

Statuserhebung nach Immissionsgesetz Luft

IG-Luft, BGBl. I 1997/115 i.d.g.F.



**Überschreitung des NO_x-Jahreswertes 2002
an der Messstation Kramsach/Angerberg**



tirol

Unser Land.

Waldschutz/Luftgüte

Statuserhebung nach Immissionsgesetz Luft

IG-Luft, BGBl. I 1997/115 i.d.g.F.



Überschreitung des NO_x-Jahreswertes 2002

an der Messstation Kramsach/Angerberg

Autoren:

Gesamtleitung: Christian Schwaninger

Autoren: Andreas Weber, Esther Grießer, Walter Egger

GIS-Arbeiten: Christoph Kovacs

Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Waldschutz/Luftgüte, Bürgerstraße 36, 6020 Innsbruck;

Jänner 2004

III f3-102/2292

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorblatt	4
1. Zusammenfassung	5
2. Einleitung	6
3. Lage und Beschreibung des Messstandortes	7
4. Immissionsklimatologie des Inntales zwischen Hall und Kundl	9
4.1. Einleitung	9
4.2. Topographie des Inntales zwischen Hall und Kundl	9
4.3. Lage der Messstelle Kramsach/Angerberg	10
4.4. Das thermische Eigenleben des Inntales	12
4.5. Horizontale Austauschverhältnisse	12
4.6. Der vertikale Luftaustausch	15
4.6.1. Entstehung und Abbau von Inversionen	15
4.6.2. Häufigkeit von Inversionen Im Inntal	16
4.6.3. Andauer von Inversionslagen im Inntal	17
4.7. Immissionsklimatische Betrachtung des Messstandortes Kramsach/Angerberg	18
4.8. Charakterisierung der Witterung im Jahr 2002	19
5. Immissionsanalyse	21
5.1. Messergebnisse in Kramsach/Angerberg	21
5.1.1. Mittlere Tagesgänge in den einzelnen Monaten	22
5.1.2. Vergleich der NO _x -Monatsmittel der Jahre 2000, 2001, 2002	26
5.2. NO _x -Belastung im Unterhangbereich des Inntales	27
5.2.1. Ergebnisse früherer Untersuchungen aus dem mittleren Inntal	27
5.2.2. Verhältnisse der Immissionen Talboden/Unterhang	29
5.2.2. Zusammenfassung zur NO _x -Belastung im Unterinntal	31
5.3. Messergebnisse aus anderen österreichischen Stationen	32
5.4. Sonstige Hinweise auf NO _x -Belastung	34
5.4.1. Bioindikation mittels Flechtenkartierung	34
5.4.2. Stickstoffeintrag durch nasse Deposition	35
6. Vegetationsflächen in der belasteten Zone	37
7. Emissionssituation	40
8. Voraussichtliches Sanierungsgebiet	43
9. Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität	44
10. Literatur	46
11. Anhang	ab 48

VORBLATT

Die Abteilung Umweltschutz hat mit Schreiben vom 29. Jänner 2003 (Zl. U-551b/167) die Abt. Waldschutz ersucht, auf Grund der Überschreitung des Jahresmittelwertes für Stickstoffoxide an der Messstation Kramsach/Angerberg eine Stuserhebung gemäß § 8 IG-Luft zu erstellen. Die Aufforderung basiert auf der für das Jahr 2002 ausgewiesenen Überschreitung des gem. BGBl. Nr. 298/2001 festgelegten Jahresgrenzwertes für Stickstoffoxide (=NO_x) zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation an der vegetationsbezogenen Luftgütemessstelle an diesem Ort. Die Ergebnisse dieser Messstelle sind - wie in der vorliegenden Arbeit auszuführen sein wird - repräsentativ für große Flächen mit pflanzlichem Bewuchs.

Österreichweit wurde bisher noch keine Stuserhebung nach dem IG-Luft für den NO_x -Jahresgrenzwert zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation erstellt. Somit ist vorliegende Stuserhebung nicht zuletzt auf Grund der besonderen meteorologischen Verhältnisse im Unterinntal ein Novum.

Nach den beiden Stuserhebungen für Stickstoffdioxid (NO₂) vom 28.02.2001 und 07.02.2003 liegen wesentliche Aussagen zum Schadstoff NO₂ im Inntal bereits vor; insbesondere was die Verusacherzuordnung betrifft, baut die vorliegende Stuserhebung in wesentlichen Teilen auf diese Aussagen auf.

1. ZUSAMMENFASSUNG

Aufgrund der Messungen und Auswertungen ist im Jahr 2002 der zulässige Jahreswert für Stickstoffoxide (NO_x) an der Messstation Kramsach/Angerberg überschritten. Damit ist gemäß § 8 IG-Luft eine Stuserhebung durch den Landeshauptmann zu erstellen.

Die vorliegende Stuserhebung weist die an dieser Station ermittelten Immissionsdaten aus und kommt – aufbauend auf die bereits in den Stuserhebungen für NO₂ aus den Jahren 2001 und 2002 angegebenen Emissionsstrukturen zum Schluss, dass die verkehrsbedingten Stickoxidemissionen den bei weitem größten Anteil an dieser NO_x-Jahreswertüberschreitung einnehmen.

Die meteorologischen und immissionsklimatologischen Gegebenheiten des Unterinntales zwischen Innsbruck und Kufstein sind durch mehrere Untersuchungen erforscht. Das Inntal verfügt über ausgesprochen geringe Luftaustauschkapazitäten im Vergleich zu ebenen Gegenden. Die massiv eingeschränkten Verdünnungsmöglichkeiten sowohl in horizontaler wie auch vertikaler Richtung sind Ursache dafür, dass hier bei gleichen Emissionen ungleich höhere Luftschadstoffbelastungen auf der Immissionsseite zu verzeichnen sind als dies in ebenen Gebieten der Fall ist. Dieses Phänomen führt weiters dazu, dass die unteren Einhänge des Inntales mit NO_x-Werten belastet werden, die über dem Jahresgrenzwert der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation (BGBl. Nr. 298/2001) liegen. In diesem Bereich sind neben den landwirtschaftlichen Intensivkulturen und Wirtschaftswäldern auch Wälder mit Schutz-, Wohlfahrts- und Erholungsfunktion, sowie spezielle Schutzgüter nach dem Tiroler Naturschutzgesetz vorhanden.

Als Hauptverursacher für die NO_x-Immissionen sind die Emissionen aus dem Sektor KFZ-Verkehr bereits hinlänglich bekannt.

Der Jahresgrenzwert für NO_x kann an den unteren Einhängen des Unterinntales nur durch weitere emissionsseitige Maßnahmen und hier vor allem im Verkehrsbereich unterschritten werden.

Als Sanierungsgebiet wird das Unterinntal zwischen Hall und Kundl in einer Höhenlage von 0 - 100 m über dem Inn ausgewiesen.

2. EINLEITUNG

An der Messstation Kramsach/Angerberg ist für das Jahr 2002 der zulässige Jahresgrenzwert für NO_x deutlich überschritten. Wenngleich diese Belastung bereits früher festgestellt wurde, ist die Erstellung einer Stuserhebung im Zuge die gesetzliche Verpflichtung (BGBl. Nr. 298/2001) erforderlich geworden.

Jahreswert 2002:

49 µg/m³

Zulässiger Jahresgrenzwert nach IG-Luft:

30 µg/m³

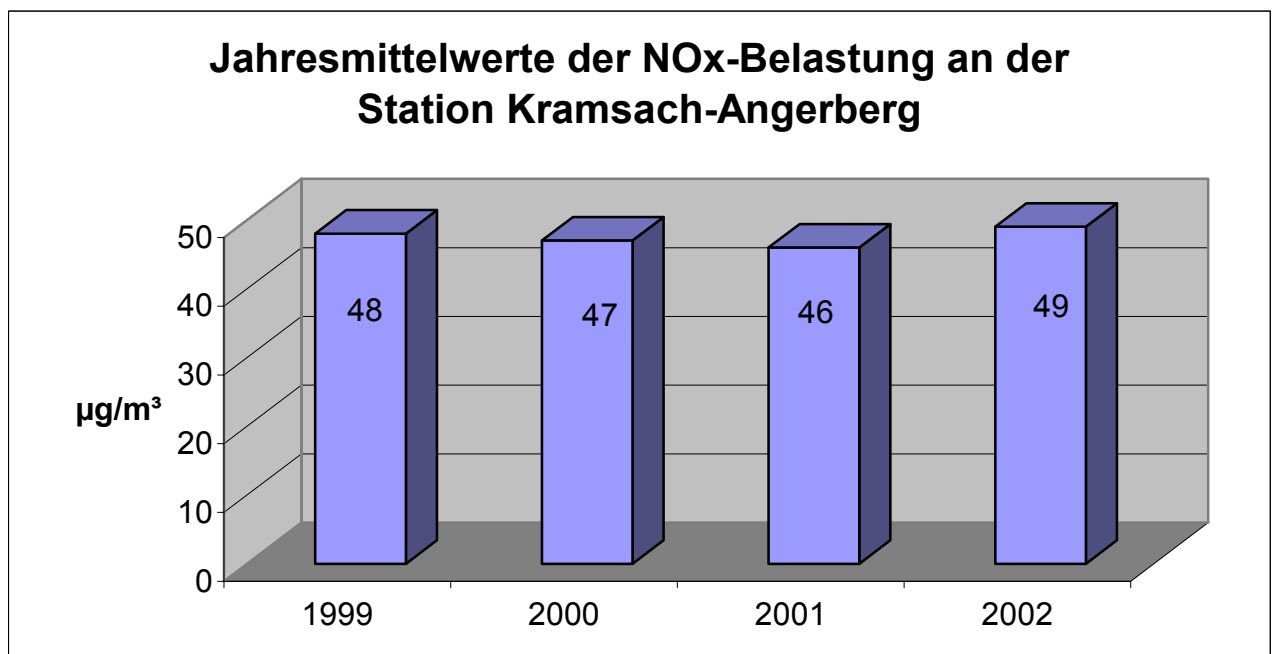


Abbildung.1: Verlauf der Jahresmittelwerte für NO_x an der Messstation Kramsach/Angerberg seit Beginn der Messungen.

3. MESSSTANDORT – LAGE UND BESCHREIBUNG

STATIONSBEZEICHNUNG: KRAMSACH/ANGERBERG

Seehöhe der Station:	600 m
Höhe über Talgrund:	92 m
Geographische Länge:	11 Grad°54 Minuten 39 Sekunden
Geographische Breite:	47 Grad 27 Minuten 34 Sekunden
Topographie, Lage der Station:	Hanglage
Nutzung der Umgebung:	Gründland und Wald
Messziel:	Ozongesetz, Wald IG-Luft, Ökosysteme und Vegetation
Station besteht seit:	1990
gemessene Luftschadstoffe:	
O3:	06/90 bis 10/96; 03/97 bis 09/97; 04/98 bis dato
NO:	09/98 bis dato
Betreiber:	Amt der Tiroler Landesregierung Abt. Waldschutz Fachbereich Luftgüte aufgrund des IG-Luft



Abb.2: Messstation Kramsach/Angerberg: Blick in Richtung Süden, im Hintergrund die Gemeinde Radfeld.



Abb.3: Messstation Kramsach/Angerberg mit Blick Richtung Westen.



Abb.4: Messstation Kramsach/Angerberg mit Blick Richtung Osten, im Hintergrund die Gemeinde Kundl.

4. IMMISSIONSKLIMATOLOGIE DES INNTALABSCHNITTES HALL - KUNDL

4.1. Einleitung

Die vertikale Temperaturschichtung und der Wind sind die beiden für die Ausbreitung, Anreicherung oder Verdünnung von Luftschadstoffen maßgebenden meteorologischen Faktoren. Ihre charakteristische Ausprägung in einer Talatmosphäre wie im Inntal weist im Vergleich mit einer Flachlandstation mehrere Eigenheiten auf. Im Folgenden soll der jahres- und tageszeitliche Verlauf dieser Größen (Wind und Schichtung der Atmosphäre) auf ihre Bedeutung für die Schadstoffausbreitung analysiert werden, wobei der Winter als jene Jahreszeit mit besonders kritischen Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe aufgezeigt wird.

Um den grundlegenden Einfluss der Topographie eines Raumes auf die lokalen meteorologischen Verhältnisse Rechnung zu tragen, wird eine Beschreibung der Topographie des mittleren Unterinntales zwischen Kundl und Hall vorangestellt.

4.2. Topographie des Inntals zwischen Hall und Kundl

Der rund 45 km lange, von Südwesten nach Nordosten verlaufende Talabschnitt, beginnt etwa 25 km taleinwärts der Inntalmündung. Rofangebirge und Karwendel begrenzen das Inntal hier im Norden, Kitzbühler und Tuxer Alpen im Süden. Als einziges großes Seitental dieses Talabschnittes mündet das Zillertal hier ins Inntal. Über den Achenpass ist eine schmale Verbindung mit dem bayrischen Alpenvorland gegeben.

Seine typische Talform mit den beidseitigen Hangterrassen erhielt das Inntal durch die Gletschervorstöße während der letzten Eiszeiten. Die Neigung des größtenteils flachen Talbodens ist gering: bei Kundl beträgt die Seehöhe des Inn 500 m und steigt bis Hall relativ gleichmäßig auf 560 m an. An einigen Stellen befinden sich geringfügige Erhebungen am Talboden (zB. die dominanten Schwemmkegel in Hall, Vomperbach, Schwaz und Kundl. Auch der Lärchwald bei Münster ist gegenüber der umgebenden Talsohle leicht erhöht.

Charakteristisch für den Talquerschnitt ist die geringe Talbreite im Bereich bis zu 100 m über Talgrund von 1.5 bis 2 km (in Einzelfällen bis 3 km). Ein besonders enger Talabschnitt ist jener zwischen Wattens und Jenbach. Darüber prägen Mittelgebirgsterrassen das Talbild: Im Raum Mils bis Terfens schließt nördlich nach einem steilen, bis 300 Höhenmeter hohen Anstieg, die Stufe der Gnadenwaldterrasse in ca. 850 m Höhe an – siehe dazu den Talquerschnitt in Abbildung 5.

Tabelle 1: Abschätzung des Luftvolumens in einem Talabschnitt (10 km) zwischen Hall und Wattens.

Luftschicht / mNN	Schichtdicke / m	Volumen / km ³
600 – 620	20	0.5
600 – 800	200	7
600 – 1400	800	51
600 – 2600	2000	237

Eine Abschätzung des austauschbaren Luftvolumens in Abhängigkeit verschieden dicker Schichten für den Raum Hall/Wattens zeigt Tabelle 1. Während eine sehr niedrige Schichtdicke von 20 m auf dem 10 km langen Inntalstück nur 0.5 km³ austauschbares Luftvolumen besitzt, hat eine 2000 m mächtige Schicht

(Faktor 100) ein fast 500 mal so hohes Austauschvolumen. Ist die Schichtdicke 200 m, so beträgt der Faktor gegenüber ungestörten Austauschbedingungen (2000 m Schichtdicke) immer noch etwa 30. [6]

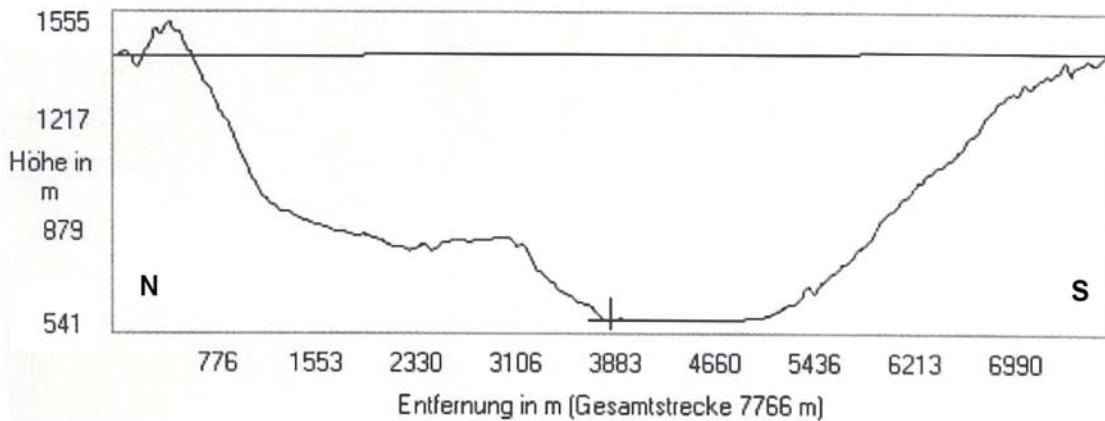


Abbildung 5: Querschnitt durch das Inntal bei Wattens, unterer Talbereich (Quelle: Austrian Map; BEV Wien)

Der gesamte Talabschnitt Hall - Kundl ist somit gekennzeichnet als flaches alpines Tal, welches beidseits durch steile und zum Teil bis zu bis 1500 m (!) über Talgrund hohe Einhänge seitlich begrenzt ist.

Der optische Eindruck eines großen Alpentales entsteht zusätzlich durch die für das Inntal charakteristischen Mittelgebirgsterrassen: Das Inntal erscheint somit deutlich breiter als dies tatsächlich der Fall ist. Gerade diese charakteristische geringe Inntalbodenbreite im Verhältnis zu den hohen Bergeinhängen und den vorhandenen Mittelgebirgsterrassen ist jedoch hinsichtlich Konzentration und Akkumulation von Schadstoffen aus talnahen Emissionsquellen entscheidend - ganz besonders für den Höhenbereich bis ca. 100 m über Talgrund. Sein in groben Zügen trapezförmiger Talquerschnitt mit den gegebenen topographischen Begrenzungen bedeuten für das Inntal bereits eine deutliche Verringerung des theoretisch zur Verfügung stehenden Luftvolumens im Vergleich zu einem ebenen Gelände mit einem quadratischen Querschnitt. Zudem stoßen vorhandene Luftschadstoffe an diesen physikalischen Begrenzungen der beidseitigen Bergeinhänge an, wohingegen in ebenem Gelände ein Abtransport durch fehlende (Berg)begrenzung leicht vonstatten gehen kann.

4.3. Lage der Messstelle Kramsach/Angerberg

Die Messstelle Kramsach/Angerberg liegt an einem nach Süden exponierten Hang etwa 90 m über dem Talboden. Auch in diesem Bereich des Inntales befindet sich eine stufenförmige Erweiterung des Tales, bevor die Berge in nördlicher Richtung bis auf über 1500 m Seehöhe (Vollhöppberg 1509 m) ansteigen, in südlicher Richtung zumindest ebenso hoch, z.T. sogar bis auf knapp 1900 m (Gratlspitze 1899 m). Abbildung 6 zeigt die Lage der Messstelle auf einem Orthophoto des Inntales in diesem Raum. Auf der Vergrößerung der lokalen Messstellenumgebung (oberes Bild) ist die Autobahn am Talboden zu erkennen, der hauptsächlich aus Feldern und einzelnen Waldbeständen bestehende Aufschwung des Hanges, die bewaldete Geländekante sowie der südliche Teil der Terrasse mit den Reintaler Seen.

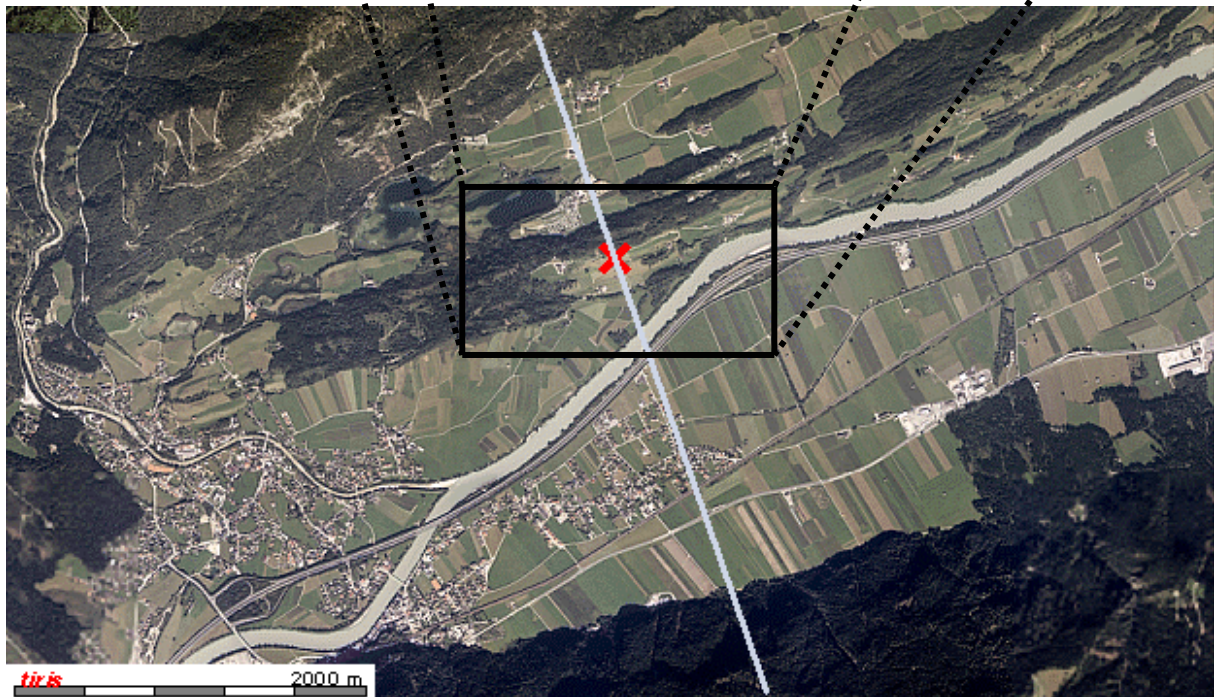


Abbildung 6: Orthophoto des Inntals im Bereich Radfeld

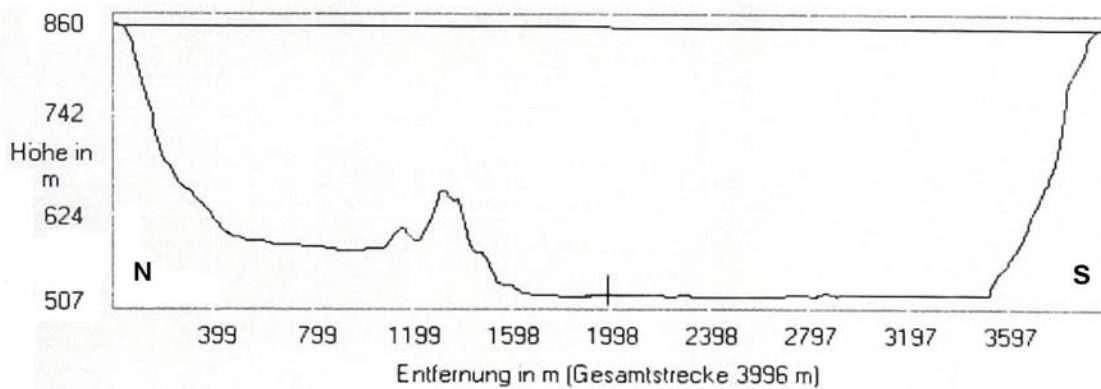


Abbildung 7: Talquerschnitt durch das Inntal auf Höhe Kramsach/Angerberg – Radfeld (Quelle: Austrian Map; BEV Wien)

Abbildung 7 zeigt das Höhenprofil entlang der Linie in Abbildung 6. Das Tal ist hier am Boden knapp 2 km breit und verbreitert sich oberhalb der Terrassenstufe in etwa 620 m Höhe auf etwa 3 km. Auf 1500 m Seehöhe beträgt die horizontale Entfernung ca. 8 km.

4.4. Das thermische Eigenleben des Inntals

Sowohl für den Wind als auch für die Schichtung der Atmosphäre im Tal ist die Umsetzung des Strahlungsangebotes in fühlbare Wärme der dominierende Faktor. Die Luft erwärmt sich vor allem durch den Wärmefluss vom aufgeheizten Boden. Durch das prinzipiell geringere Luftvolumen eines Tales und den größeren Anteil an „Heizflächen“ in Form der Hänge und Hochflächen erwärmt sich die Talatmosphäre tagsüber an einem Schönwettertag schneller und stärker als die Atmosphäre über dem Alpenvorland. In ähnlicher Weise bewirken diese beiden Effekte in der Nacht eine stärkere Auskühlung der Talatmosphäre. Im Jahresdurchschnitt resultiert daraus eine um den Faktor 2.2 größere tägliche Schwankung der mittleren Temperatur der Talatmosphäre bei Innsbruck (T-Maximum minus T-Minimum) als in der Atmosphäre über München. [30]

4.5. Horizontale Austauschverhältnisse

Die bedeutendste meteorologische Auswirkung dieser unterschiedlichen Erwärmung der Luftmassen im Tal und über der Ebene und dem daraus resultierenden horizontalen Druckgradienten ist die Talwindzirkulation, deren idealer Ablauf während Hochdrucklagen (fehlender Höhendruckgradient und Schönwetter) wie folgt beobachtet werden kann: Nachts ist das Tal kälter als das Vorland, der Talauswind ist voll ausgeprägt, die Hangabwinde dauern an. Mit Sonnenaufgang beginnt mit der allmählichen Erwärmung des Erdbodens zunächst der Hangaufwind; der Talauswind bleibt noch bestehen, bis – je nach Jahreszeit - früher oder später am Vormittag der Taleinwind den Talauswind ablöst. Das Tal ist nun wesentlich wärmer als das Vorland. Sowohl der Taleinwind als auch der Hangaufwind sind in der Folge tagsüber kräftig ausgebildet. Letzterer beginnt bereits vor Sonnenuntergang nachzulassen, um dem Hangabwind zu weichen. Gegen Abend lässt auch der Taleinwind nach und aus dem nun kälteren Tal bläst die Nacht hindurch wieder der Talauswind gegen die Ebene [31]. Dieses aus dem thermischen Eigenleben der Talatmosphäre resultierende Zirkulationsmuster wird häufig auch als „Atmen der Täler“ bezeichnet.

Die lokale Ausprägung der Luftbewegungen wird vom Talverlauf (Becken – Verengungen, Seitentäler) beeinflusst. Während Strömungslagen ist die eben beschriebene ideale Talwindzirkulation in unterschiedlichem Maße vom Gradientwind gestört; im extremen Fall „Hochreichender Föhn“ kommt es praktisch zu ihrer Auslöschung. Trotz der Vielfalt der Strömungserscheinungen schlägt sich das Bild der Talwindzirkulation jedoch selbst im Mittel über alle Wetterlagen im täglichen Windverlauf durch.

Als Beispiel aus dem Untersuchungsgebiet zeigt Abbildung 8 die Windrichtungsverteilung in Brixlegg, links für die Wintermonate Jänner, November und Dezember 2002, rechts für die Sommermonate Mai, Juni und Juli 2002. Sehr gut kommt die kanalisierende Wirkung des Tales in der Dominanz der zwei Hauptwindrichtungen – talaus bzw. talein - zum Ausdruck. Während der Nachtstunden herrschen talabwärts gerichtete Winde vor, tagsüber hingegen überwiegen taleinwärts gerichtete Winde deutlich. Auch der jahreszeitliche Unterschied, bedingt durch Tageslänge und Energie der Einstrahlung, ist an der intensiveren Taleinwindphase im Sommer und der größeren Kalmenhäufigkeit im Winter zu erkennen.

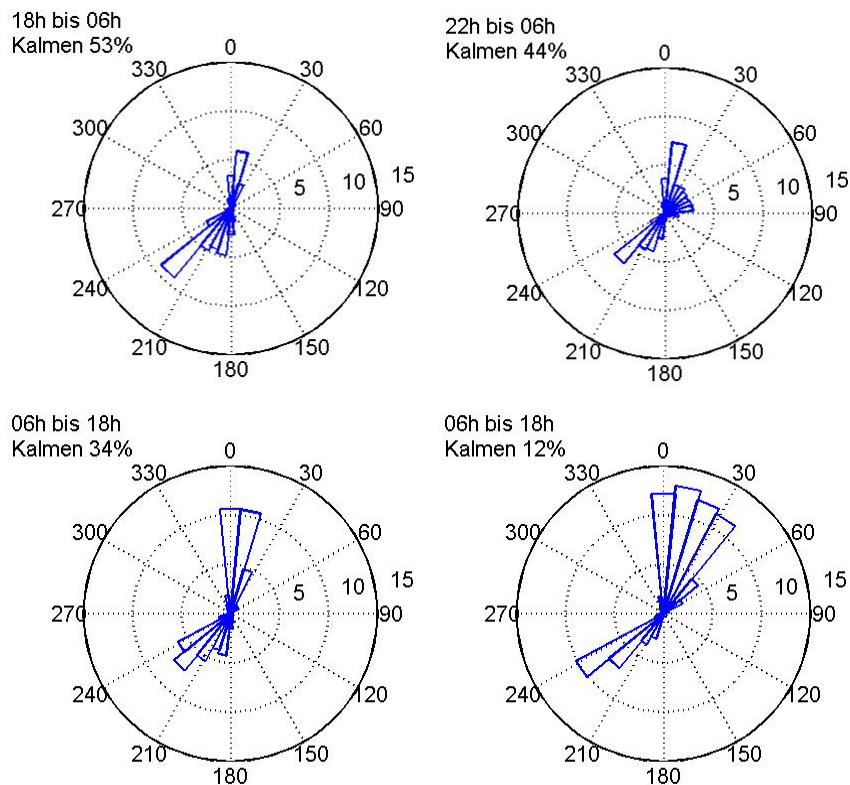


Abbildung 8: Windrichtungsverteilung in Brixlegg: LINKS: Mittelwert über die Wintermonate: November, Dezember und Jänner 2002. RECHTS: .. über die Sommermonate: Mai, Juni und Juli 2002; OBEN: Nacht, UNTEN: Tag

Auch die Windgeschwindigkeit weist einen charakteristischen Tages- bzw. Jahresgang auf (und ist stark mit der Stabilität der Atmosphäre s.u. gekoppelt). Abbildung 9 soll dies verdeutlichen: Gezeigt ist für alle Monate der mittlere Tagesgang der Häufigkeit der einzelnen Geschwindigkeitsklassen. Während der Nacht (Talauswindphase) dominieren schwache Winde. In den Sommermonaten nimmt der Anteil höherer Geschwindigkeitsklassen vormittags stark zu (Übergangsphase für die Windrichtung, Einsetzen von Hangaufwinden und Konvektion). Der Anteil windstillen Zeiten (=Kalmen) ist somit im Sommer tagsüber wesentlich geringer als in der Nacht. Am Nachmittag und in den frühen Abendstunden (Taleinwindphase) treten schließlich im Durchschnitt die höchsten Windgeschwindigkeiten auf.

In den Wintermonaten ist dieser Tagesgang nur sehr schwach ausgeprägt. Einerseits ist der Antrieb der Talwindzirkulation bedingt durch den niederen Sonnenstand und die damit verbundene geringere Bodenerwärmung schwach. Andererseits erschwert die große Stabilität der Talatmosphäre (siehe weiter unten) horizontale Luftbewegungen und somit auch das Eindringen synoptischer Störungen. Im Flachland hingegen ist der Winter die Zeit der kräftigsten Luftbewegungen.

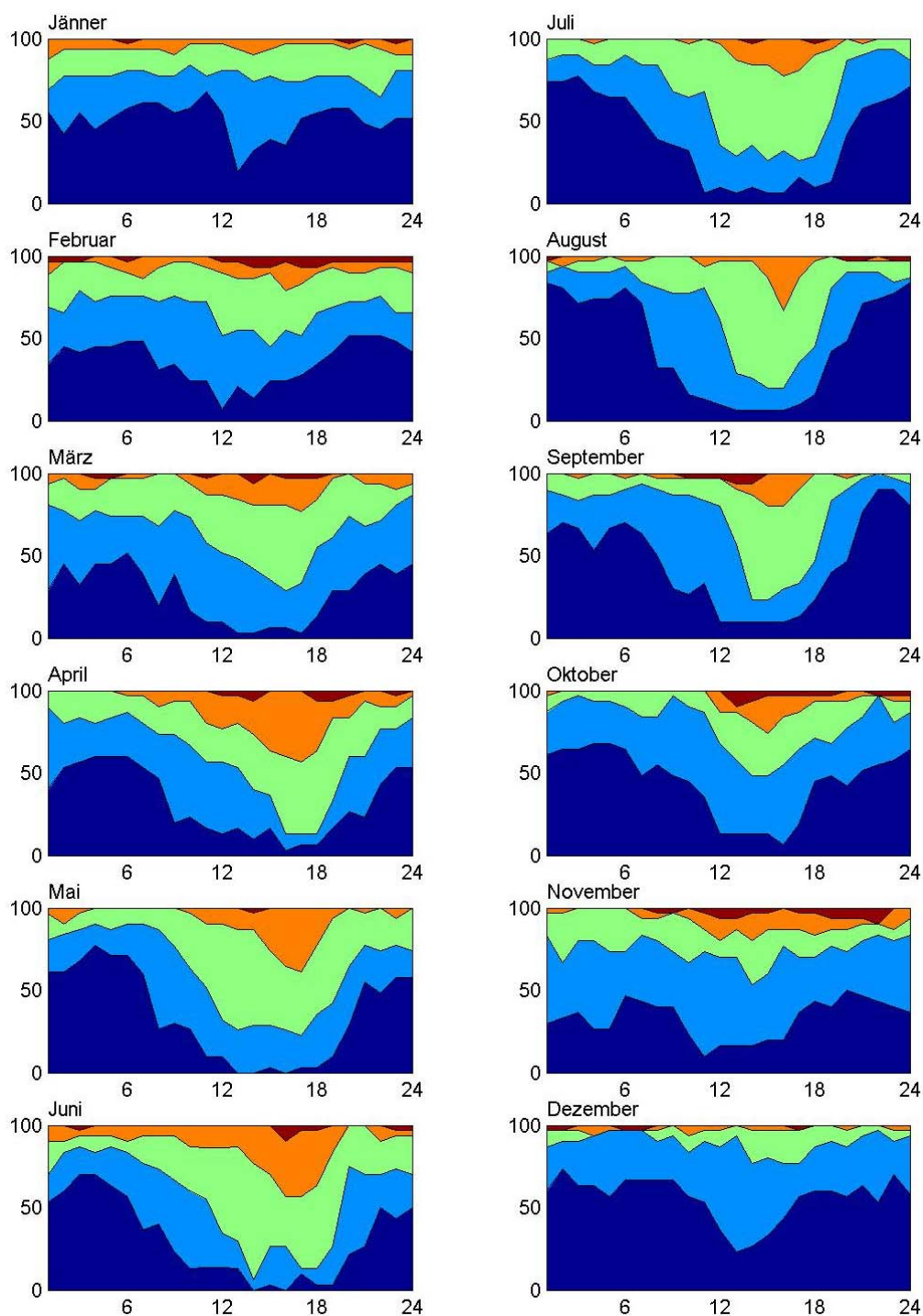


Abbildung 9: Mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeitsklassen in Radfeld in Prozent für das Jahr 2000. Farbkodierung der Windgeschwindigkeitsklassen: Dunkelblau < 0.5 m/s, Hellblau 0.5 bis 1.4 m/s, Grün 1.5 bis 2.4 m/s, Orange 2.5 bis 5 m/s, Rot > 5 m/s. Basierend auf vektoriellen Stundenmittel.

Durch den stark abschirmenden Effekt des Gebirges (beidseits über 1000 m hohe Einhänge bis zum Inntalboden) dringen Störungen oft nur abgeschwächt oder gar nicht in das Inntal ein. Die mittlere Windgeschwindigkeit ist in alpinen Tallagen deutlich niedriger als im Flachland. Sie beträgt in München z. B.

im langjährigen Durchschnitt etwa 2.9 m/s während in Innsbruck mit 1.3 m/s weniger als die Hälfte erreicht wird. Da sich bei halber Windgeschwindigkeit auch das Luftvolumen, in dem Schadstoffemission verteilt werden können, um die Hälfte verringert, verdoppeln sich folglich die Immissionskonzentrationen (sofern alle anderen Faktoren gleich bleiben).

4.6. Der vertikale Luftaustausch

Der vertikale Luftaustausch ist hauptsächlich eine Frage der **Stabilität**. Als Maß für die "Stabilität" der Luft, also ein Maß für den Widerstand gegen **vertikale** Durchmischung, dient der vertikale Temperaturgradient. Ungehinderte vertikale Durchmischung von Luftmassen erfolgt bei einer Abnahme der Temperatur mit der Höhe von 1 °C pro 100 m. Je geringer die Temperaturabnahme mit der Höhe im Vergleich zu diesem Wert ist, desto stabiler ist die Atmosphäre, weil ein aufsteigendes Luftpaket kälter und dichter wird als seine Umgebung und daher wieder zum Zurücksinken tendiert. Isothermie (konstante Temperatur mit der Höhe) oder sogar Temperaturzunahme mit der Höhe (= Inversion) zeigen also eine besonders stabile Schichtung an. Innerhalb einer solchen Inversionsschicht vermischen sich Luftschadstoffe also sehr langsam mit der Umgebungsluft und reichern sich in der Nähe der Emissionsquelle an.

4.6.1. Entstehung und Abbau von Inversionen

Inversionen entstehen durch Abstrahlung langwelliger Energie des Bodens in der Nacht bei negativer Strahlungsbilanz und geringer Bewölkung. Am Talboden, v. a. aber auch entlang der Hänge und auf höher gelegenen Talstufen (Plateaus) bildet sich so kalte Luft, die der Schwerkraft folgend nach unten fließt (Hangabwind) und sich unter die verhältnismäßig warme Luft der Talatmosphäre schiebt. Ein See aus kalter Luft sammelt sich unten im Tal an. Durch den Effekt der Hänge erhält die Inversion in einem alpinen Gebirgstal eine weit größere Mächtigkeit als in der Ebene. Breitere Hochflächen (Plateaus) fördern außerdem die Ausbildung abgehobener Inversionen.

Der Abbau der Inversion setzt mit der Erwärmung der bodennahen Luftschicht bedingt durch die Sonneneinstrahlung ein. Durch den vom Boden in die Atmosphäre gerichteten Wärmefluss steigt die Lufttemperatur besonders in der untersten Luftschicht, bis schließlich die Temperatur in dieser Schicht wieder mit der Höhe abnimmt. Mit zunehmender Einstrahlung wächst die Dicke dieser labilen Schicht an, die Inversionsuntergrenze wird also angehoben. Während die Energie der Sonne im Sommer ausreicht um die gesamte nächtliche Inversion aufzulösen, wird im Winter hingegen oft nur eine Labilisierung der untersten Atmosphäre erreicht, darüber bleibt eine Restinversion erhalten.

Aufgrund der größeren Mächtigkeit der Gebirgsinversionen durch den Effekt der Kaltluft produzierenden Hänge und ihrer geschützten Tallagen werden winterliche "Gebirgsinversionen" in vielen Fällen erst durch eine grundlegende Umstellung der großräumigen Wetterlage mit nahezu vollständigem Luftmassenwechsel abgebaut, wohingegen im Flachland oftmals bereits allein die Einstrahlung der Sonne genügt.

4.6.2. Häufigkeit von Inversionen im Inntal

Intensive, auch tagsüber anhaltende Inversionen bilden sich v. a. während winterlicher Hochdruckwetterlagen aus, begünstigt durch die ungehinderte Ausstrahlung in der Nacht, die geringe Kraft der Sonne und die schwachen Windgeschwindigkeiten. Der Anteil dieser Hochdrucklagen beträgt immerhin etwa ein Viertel im Winter. Zudem zeigen die Auswertungen aus dem Temperaturprofil¹ entlang der Nordkette bei Innsbruck, dass sich auch während der Strömungswetterlagen "Süd" (11 %) und "West" (12 %), sowie an Tagen der Klasse "variabel" (25 %) im Tagesmittel der Temperaturen eine Inversion zeigt.

Die Summierung dieser Auswertung für den Winter ergibt somit: Von November bis Jänner besteht an 3 von 4 Tagen (74 %) eine Inversion in der Talatmosphäre mit erschweren bzw. unterbundenen vertikalen Durchmischungsmöglichkeiten für die talnahen Luftmassen. Untersucht man die Inversionen auf ihre Stabilität hin, so zeigt sich, dass jedes zweite Inversionsereignis mit einer Dicke von 700 m sehr mächtig ist und vom Talboden bis in 1280 m Seehöhe reicht (Wetterlagen: Hoch und Süd). Die Inversionen weisen während Westlagen typischerweise eine Dicke von etwa 300 m auf und an den "variablen" Tagen bestehen Inversionen immerhin bis in eine Höhe von 150 m über dem Talboden.

Dieses, für einem beckenförmigen Abschnitt des Inntals, mit Einmündung des Wipptals an einem Südhang gefundene Bild, lässt sich nicht uneingeschränkt auf den durchwegs schmälere Talabschnitt Hall - Kundl übertragen. Die lokalen Unterschiede lassen jedoch aus meteorologischer Sicht eher eine zusätzliche Begünstigung der Inversionsbildung erwarten.

Hier sollte nochmals die Bedeutung der Inversionen für die Schadstoffverteilung betont werden: Wenngleich die Inversionsobergrenze (=Temperaturumkehr) häufig bei etwa 700 m über dem Inntalboden liegt, steht bei weitem nicht die gesamte Schicht zur Verdünnung von Schadstoffen zur Verfügung. Man kann von einer „Mischungsschicht“ sprechen, die beträchtlich dünner ist als die Inversionsdicke. Grund dafür ist die physikalische Eigenschaft dieser stabilen Inversionsschichtung jegliche Vertikalbewegung zu unterdrücken. Steigt ein Luftpaket etwa durch eine mechanische Hebung geringfügig auf, ist es in der neuen Höhe kälter als die umgebende Luft (deren Temperatur ja mit der Höhe zunimmt). Das Luftpaket wird also wieder absinken. Umgekehrt kann es sich jedoch auch nicht nach unten bewegen, da es sofort wärmer als die Umgebungsluft wird - in der Inversion ist es weiter unten kälter – und infolge dessen wieder aufsteigt.

Sobald die Höhe der "Mischungsschicht" unter die Höhe des Mittelgebirgsplateaus (siehe Punkt 4.1.: Topographie) absinkt, verringert sich der Luftraum, in dem sich die am Talboden emittierten Schadstoffe verteilen können, drastisch.

Entscheidend ist in jedem Fall, dass die Immissionen durch die Begrenzungen der Berge nicht insgesamt aus dem Talraum verschwinden, und eine Verdünnung von Luftschadstoffen lediglich durch die während des Tages leicht ansteigende Inversionsdecke zustandekommt.

Für den Raum Schwaz hat Thudium die Inversionshäufigkeit in den verschiedenen Luftschichten zwischen 0 und 800 m über Talgrund dargestellt. Siehe dazu Abbildung 11.

¹ Da aus den gemessenen Hangtemperaturen durch Korrektur des Hang- und Wetterhütteneffekts Temperaturen der Talatmosphäre in gleicher Höhe abgeschätzt wurden, gelten die Ergebnisse tatsächlich für die Talatmosphäre.

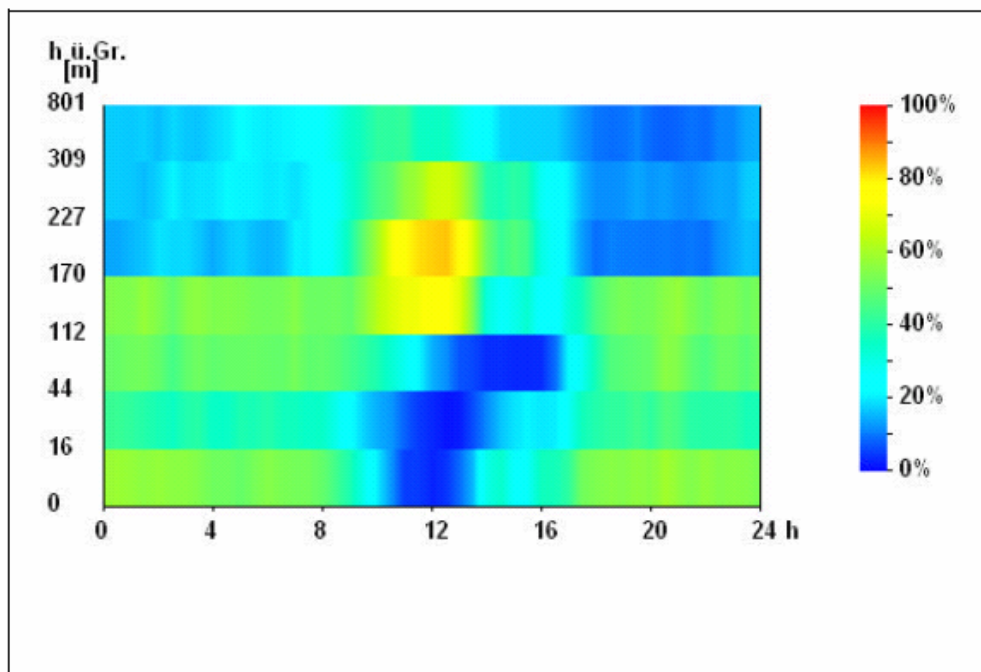


Abbildung 11: Inversionshäufigkeit bei Schwaz je Schicht im mittleren Tagesgang für die Phase von November 2000 – März 2001 (aus [21]).

Inversionen bis etwa 150 m Höhe haben im Beobachtungszeitraum zwischen 16 und 9 Uhr eine Häufigkeit von mehr als 50 %. Zwischen 110 m und 170 m liegt besonders zwischen dem späten Vormittag und frühen Nachmittag eine abgehobene Inversion, auch wenn am Boden keine mehr herrscht. Dadurch können die Luftschadstoffe nicht in größere Höhen aufsteigen.

4.6.3. Andauer von Inversionslagen im Inntal

Lange Inversionsperioden mit ihrem fast völlig niederschlagsfreien, schwachwindigen, im Inntal „heiteren“ Witterungscharakter sind die Folge sehr typischer persistenter (lang anhaltender) Großwetterlagen (Blocking- und Omegalagen), mit einem Hochdruckgebiet über Mitteleuropa. Da außerdem synoptische Störungen durch den abschirmenden Effekt des Gebirges oft nur abgeschwächt oder gar nicht ins Inntal eindringen, sind Perioden im Ausmaß von 7 bis 10 Tagen durchgehender Inversionslagen nichts Außergewöhnliches. Zieht man die Temperaturdifferenz zwischen Zugspitze und Innsbruck als grobes Maß der Stabilität der gesamten Talatmosphäre heran, so ergeben sich anhand einer 30-jährigen Klimareihe die in Tabelle 2 ersichtlichen Häufigkeiten für die Länge der Inversionsperioden (25)

Länge	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Tage
Anzahl	233	155	66	52	24	25	13	9	5	8	9	6	2	Fälle

Länge	14	15	16	17	18	19	20	...	29	Tage
Anzahl	2	1	2	1	1	-	3	...	1	Fälle

Tabelle 2: Anzahl und Länge der in 30 Winterhalbjahren im Inntal beobachteten Inversionslagen.

Diese extremen Perioden mit durchgehend aufeinander folgenden Inversionstagen häufen sich zwischen Mitte November und Ende Dezember. **Besonders ungünstig wirkt sich während winterlicher Hochdrucklagen die Koppelung von mangelndem horizontalen und mangelndem vertikalen Austausch aus.** Durch die schwachen Winde kann die belastete Luft in Bodennähe das Tal nicht

verlassen, wodurch sich bodennah emittierte Schadstoffe von Tag zu Tag anreichern. Dieser in alpinen Tal- und Beckenlagen verminderte Abtransport von Luftschadstoffen und den daraus resultierenden hohen nächtlichen Schadstoffkonzentrationen ist hinlänglich bekannt und bereits mehrfach beschrieben (34). Hier wird dieser Akkumulationseffekt einer am Inntalboden befindlichen Luftgütemessstelle (Hall/Münzergasse) beispielhaft in nachstehender Grafik (Abbildung 12) dargestellt:

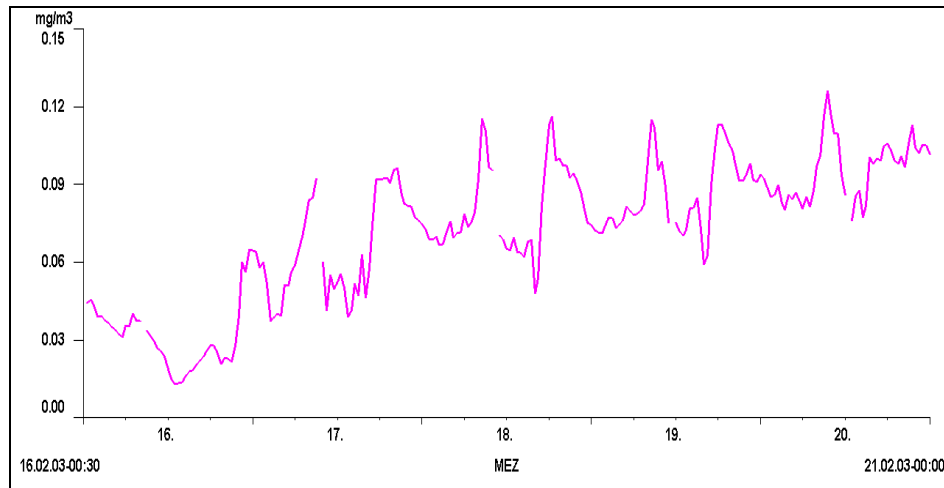


Abbildung 12

Deutlich ist der von Tag zu Tag ansteigende nächtliche NO₂-Spiegel dokumentiert. Ausgehend von etwa 40 µg NO₂/m³ am 16.2.2003 00:00 Uhr steigt die NO₂-Konzentration um Mitternacht laufend an und erreicht nach 4 Tagen (anhaltender und ausgeprägter Inversionswetterlage) schließlich etwa 100 µg/m³ an NO₂-Immission.

Damit ist der Zusammenhang der hier beschriebenen meteorologischen Effekte von insgesamt erschweren horizontalen wie vertikalen Verdünnungsmöglichkeiten und den Luftschadstoffimmissionen für das Inntal eindrucksvoll belegt.

4.7. Immissionsklimatische Betrachtung des Messstandortes Kramsach/Angerberg

Um die Repräsentativität der Punktmessung in Kramsach/Angerberg für den gesamten Talabschnitt von Hall bis Kundl abzuschätzen, wird der Messstandort hier nochmals aus meteorologischer Sicht eingehender beschrieben.

Die Messstelle befindet sich ca. 90 Höhenmeter oberhalb der etwa in 500 m horizontaler Entfernung liegenden Inntalautobahn, die hier als Hauptquelle für Stickstoffoxidemissionen anzusehen ist. (siehe Abbildung). Durch die Positionierung der Messstelle an einem südexponierten Hang ist diese bei vorhandener Einstrahlung bereits ab dem Vormittag von den einsetzenden Hangaufwinden beeinflusst. Auf diese Weise gelangen die am Talboden emittierten Luftschadstoffe entlang der Hänge in die Höhe. Die nördlichen Talseiten sind durch die typischerweise erst später einsetzenden Hangaufwinde immissionsklimatisch etwas begünstigt.

Um im Winter den Einfluss der Inversionshöhe auf die an der Messstelle Kramsach/Angerberg gemessenen bzw. auf die in der Schicht vom Talboden bis 100 m darüber auftretenden Konzentrationen zu verstehen, ist noch die Frage zu behandeln, inwieweit sich am Talboden emittierte Luftschadstoffe vertikal verteilen

können. Hier geht es um die Stabilität und Mächtigkeit von Inversionen. Liegt die Höhe der Mischungsschicht unterhalb der Messstelle (verursacht durch eine extreme Bodeninversion mit starker Temperaturzunahme mit der Höhe; siehe 4.6.), so ist die Messstelle von den nächtlichen Emissionen am Talboden nicht mehr betroffen, verhältnismäßig niedrige Konzentrationen werden gemessen. Im darunterliegenden Teil der betrachteten Schicht (100 m über Talgrund) werden in einem solchen Fall jedoch außergewöhnlich hohe Schadstoffbelastungen auftreten (siehe Abb. 12, *Hall/Münzergasse*). Mit derart stabilen Verhältnissen ist zwar nur in Extremfällen zu rechnen; realistischerweise dürften schadstoffbeladene Luftpakete trotz einer Inversionsgrenze bei etwa 350 m über Talgrund kaum höher als 200 m aufsteigen.

Da die gesamte Terrasse oberhalb der Messstelle Kramsach/Angerberg noch in diesem Bereich von 150 – 200 m über Talgrund liegt (siehe Abbildung 7) ist das Mischungsvolumen gegenüber der angenommenen 100 m Sperrschicht größer. Daraus kann weiter abgeleitet werden, dass der obere Bereich der 100-Meter-Hangschicht in diesem Talabschnitt bereits von dieser Talerweiterung profitiert. In Talabschnitten mit höher gelegenen Mittelgebirgsterrassen als im Bereich Kramsach (z.B. Gnadewald; siehe Abbildung 5) sind im Vergleich dazu in derselben Höhe höhere Konzentrationen zu erwarten.

4.8. Charakterisierung der Witterung im Unterinntal im Jahr 2002

Einen groben Überblick vermittelt Abbildung 13. Sie zeigt Monatsmittel der Temperatur sowie monatliche Niederschlagssummen gemessen in Schwaz im Jahr 2002 im Vergleich zum 20-jährigen Mittel von 1981 bis 2000. Nach diesen Kriterien ist das Jahr 2002 meteorologisch gesehen nicht außergewöhnlich gegenüber dem langjährigen Durchschnitt einzustufen, somit waren auch keine außergewöhnlichen Vor- oder Nachteile für die Ausbreitung von Luftschadstoffemissionen gegeben.

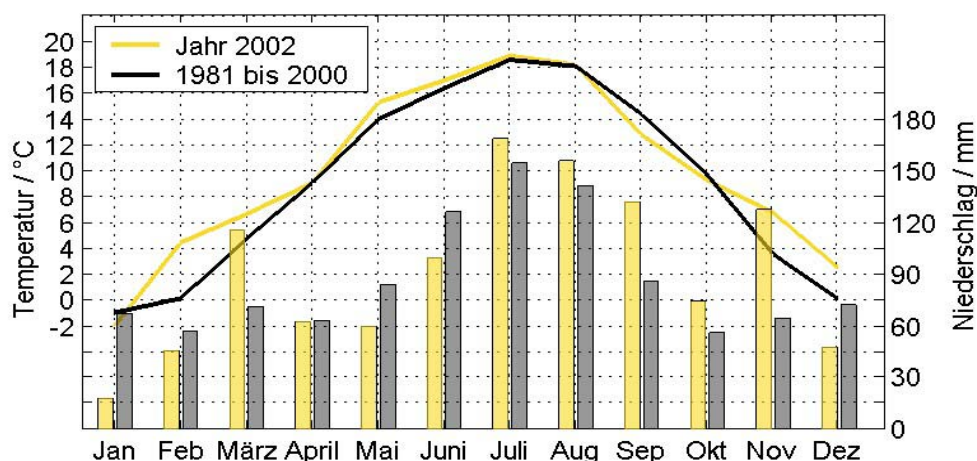


Abbildung 13: Monatsmitteltemperaturen (Linien) und Monatssummen des Niederschlages (Säulen) in Schwaz für das Jahr 2002 und gemittelt über die Jahre 1981 bis 2000.

Die differenzierte Analyse der einzelnen Monate des Jahres 2002 zeigt jedoch für die Wintermonate als besonders kritische Jahreszeit für die Ausbreitungsbedingungen von Luftschadstoffen folgendes Bild:

Die erste Monatshälfte des Jänner war - dominiert von Hochdrucklagen - frostig und äußerst niederschlagsarm. Deutlich schlagen sich die daraus resultierenden hohen Immissionskonzentrationen im mittleren Tagesgang der NO_x-Belastung im Jänner nieder (siehe Abb. 17). Trotz einer übertemperierten

2. Monatshälfte ist die Monatsmitteltemperatur um 1 °C zu kalt, die Niederschlagssumme beträgt nur knapp ein Drittel der üblichen Menge.

Die restlichen Wintermonate weisen hingegen kaum stagnierende Wetterlagen auf sondern zeichnen sich eher durch Witterungen mit günstigen Austauschbedingungen bzw. größere Niederschlagsmengen aus. So war der Februar abnormal warm - Monatsmittel um mehr als 4 °C zu hoch - mit durchschnittlichen Niederschlagsmengen. Diese zu warmen Verhältnisse schlagen sich auch in den Immissionsmessungen nieder. Gegenüber dem Februar 2001 weist der Feber 2002 einen niedrigeren Monatsmittelwert für NO_x auf.

Im November war es ebenfalls viel zu warm und zusätzlich viel zu nass; in Schwaz fiel knapp das Doppelte der üblichen Niederschlagsmenge, durchwegs als Regen. Der Monat November, der ansonsten häufig schon winterlichen Charakter durch das Auftreten stabiler Inversionslagen mit hohen Immissionen zeigt, war somit entgegen dem langjährigen Durchschnitt im Jahr 2002 von regem Luftmassenaustausch, Frontpassagen und vielen Niederschlagsereignissen beherrscht.

Mit 2.4 °C positiver Temperaturabweichung war auch der Dezember 2002 zu warm, insgesamt jedoch etwas zu trocken. Die erste Monatshälfte war fast niederschlagsfrei, mit einer 8 Tage anhaltenden Hochdruckperiode – nach Tabelle 2 kein besonders seltenes Ereignis.

Zusammenfassend zeigt sich, dass jene Monate mit überdurchschnittlichen mittleren Temperaturen (Feber, November und Dezember) auch hinsichtlich der NO_x-Immissionen günstigere Ergebnisse gebracht haben.

5. IMMISSIONSANALYSE

5.1. Messergebnisse in Kramsach/Angerberg

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Stickstoffmonoxid- und Stickstoffdioxid-Messungen sowie die daraus berechneten NO_x-Werte² an der Messstation Kramsach/Angerberg sowohl tabellarisch wie auch grafisch dargestellt.

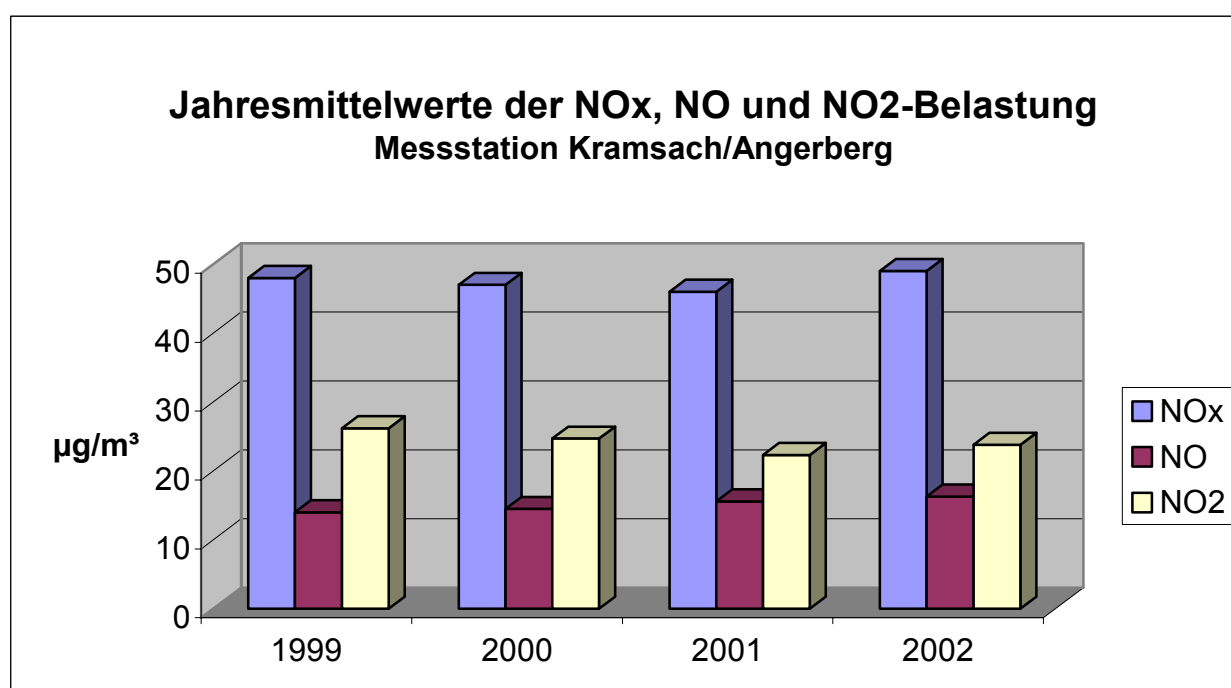
Tabelle 2:

Verlauf der Jahresmittelwerte für NO, NO₂ und NO_x an der Messstation Kramsach/Angerberg.

Jahr	NO	NO ₂	NO _x
	µg/m ³		
1999	14	26	48
2000	15	25	47
2001	16	22	46
2002	16	24	49

Abbildung 14:

Verlauf der Jahresmittelwerte für NO, NO₂ und NO_x.



Die Stickoxidbelastung lag in den letzten Jahren stets auf ähnlich hohem Niveau. Geringfügige jährliche Änderungen sind neben den geringfügig unterschiedlichen Emissionen vor allem auf die unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen zurückzuführen.

² gem. BGBl. Nr. 298/2001 ist NO_x als Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, ermittelt durch die Addition als Teile auf eine Milliarde Teile und ausgedrückt als Stickstoffdioxid in µg/m³ angegeben

5.1.1 Mittlere Tagesgänge in den einzelnen Monaten

Die monatsweise Auswertung als mittlere Tagesgänge der NO-, NO₂- und NO_x-Messungen aus dem Jahr 2002 zeigt für die Monate Jänner, Feber und Dezember deutlich höhere Belastungen; hier wurden durchschnittlich mehr als 60 µg/m³ **NO** (Abbildung 16) als Tageshöchstwert registriert. Im Sommer fallen die NO-Werte nur mehr am Vormittag ins Gewicht. Von Mai bis August werden maximal 20 µg/m³ NO erreicht. Der typische Tagesgang mit Höchstwerten am Vormittag und Tiefstwerten am Abend und in den Nachtstunden bleibt über alle Monate erhalten.

Die **NO₂**-Werte (Abbildung 17) zeigen einen deutlich geringer ausgeprägten Tagesgang als die NO-Werte. Eine sehr hohe NO₂-Belastung wurde im Jänner mit durchschnittlichen Werten zwischen 50 – 60 µg/m³ registriert. Im Feber, März, November und Dezember lagen die NO₂-Werte durchschnittlich zwischen 20 und 35 µg/m³. In den Sommermonaten Juni bis September lagen die NO₂-Werte zwischen 10 und 20 µg/m³.

Entsprechend der gemessenen NO- und NO₂-Werte ergeben sich die höchsten **NO_x**-Belastungen (Abbildung 15) im Jänner, gefolgt von den Monaten Dezember, Feber und November. Die NO_x-Werte erreichen im Jänner am späten Vormittag durchschnittlich 240 µg/m³, im Juni am Vormittag nur mehr 40 µg/m³.

In der kälteren Jahreshälfte von Jänner bis März und Oktober bis Dezember ergibt sich ein durchschnittlicher NO_x-Wert von **74 µg/m³**, während in der wärmeren Jahreshälfte ein solcher von **23 µg/m³** berechnet wird. Für die Monate Dezember, Jänner und Feber ergibt sich gar ein durchschnittlicher NO_x-Wert von **98 µg/m³**.

Der entscheidende Einfluss der kälteren Jahreshälfte auf die ausgewiesene Überschreitung des NO_x-Immissionsjahresgrenzwertes zeigt auch folgende hypothetische Berechnung:

Eine Unterschreitung des Jahresgrenzwertes ergäbe sich an der Messstation Kramsach/Angerberg erst dann, wenn in den Monaten Jänner, Feber, März sowie Oktober, November und Dezember die gleiche Immissionsbelastung auftreten würde, wie im Monat April, sofern die Werte der Monate April – September unverändert blieben.

Die durchschnittlichen Tagesgänge der einzelnen Monate und die Monatsmittelwerte zeigen deutlich, dass die Überschreitung des Jahresgrenzwertes von 30 µg/m³ NO_x durch die um den Faktor 3 – 10-fach (!) höhere Belastung in den Wintermonaten gegenüber den Sommermonaten zustande gekommen ist.

Abbildung 15: Mittlerer Tagesgang der NO_x-Belastung an der Messstation Kramsach/Angerberg

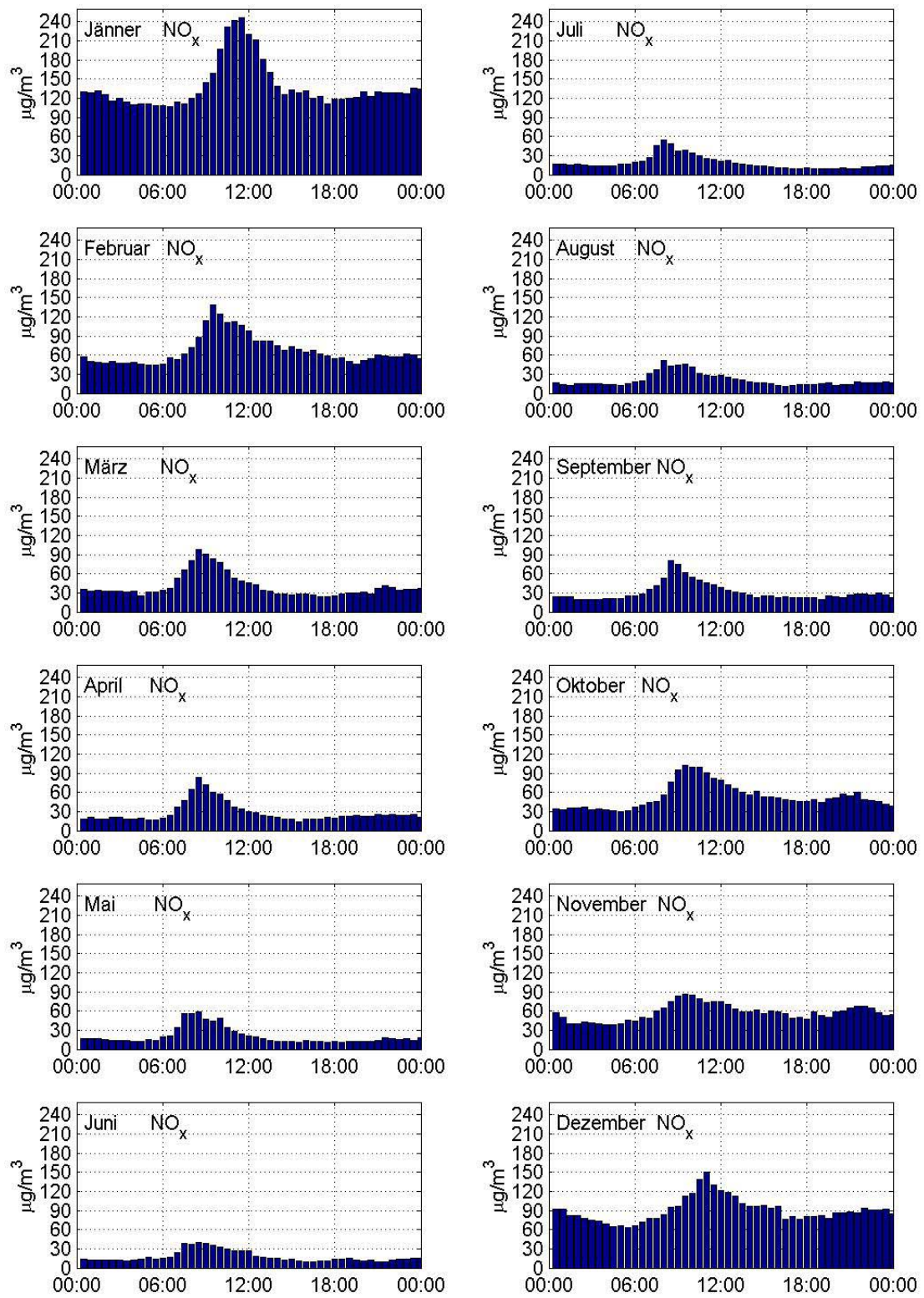


Abbildung 16: Mittlerer Tagesgang der NO-Belastung an der Messstation Kramsach/Angerberg

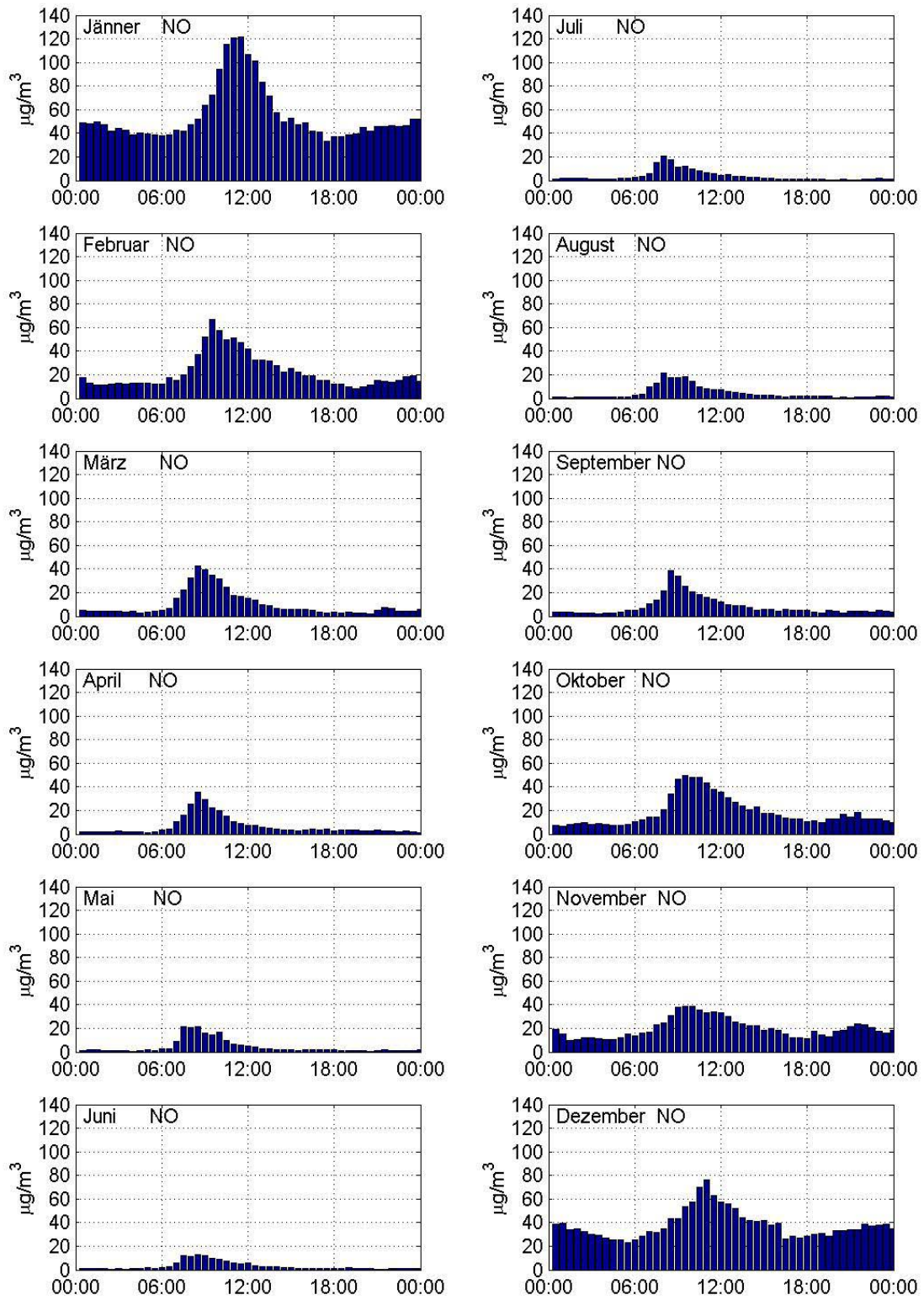
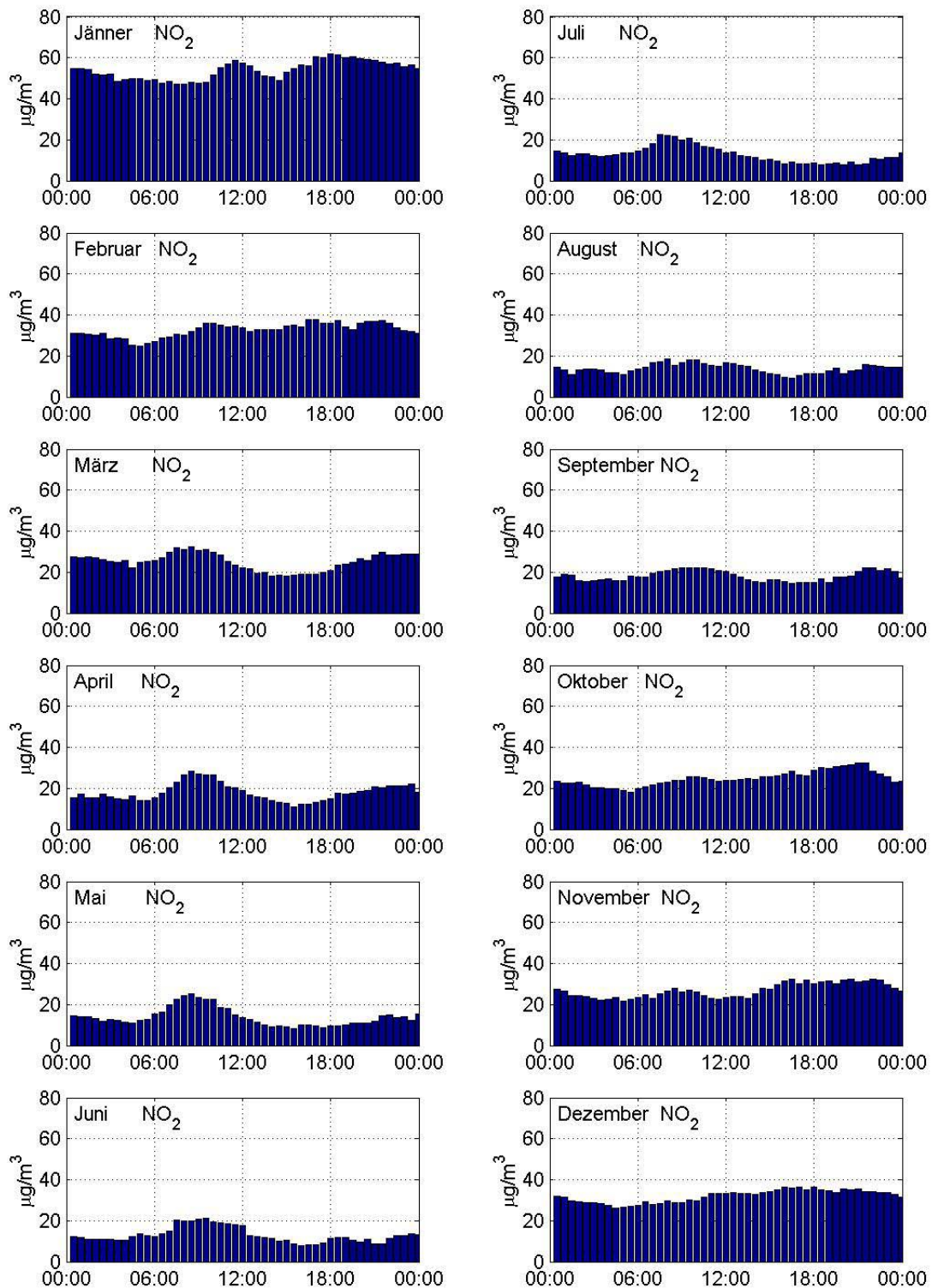


Abbildung 17: Mittlerer Tagesgang der NO₂-Belastung an der Messstation Kramsach/Angerberg



5.1.2. Vergleich der NO_x-Monatsmittel der Jahre 2000, 2001 und 2002

Abbildung 18 zeigt den Jahrgang der NO-, NO₂- und NO_x-Immissionen der Station Kramsach/Angerberg für die Jahre 2000, 2001 und 2002 anhand der jeweiligen Monatsmittelwerte. Zwei charakteristische Eigenschaften dieser Jahrgänge springen ins Auge:

- Die **maximalen Monatsmittelwerte** aller drei Substanzen treten in den **Wintermonaten** auf. Für NO_x werden im Sommer nur etwa ein Drittel der Winterkonzentrationen gemessen.
- Auch die **jährliche Variabilität der Monatsmittelwerte** besitzt ihr **Maximum** in den **Wintermonaten** von November bis Februar. Von April bis September sind die Monatsmittelwerte von Jahr zu Jahr praktisch konstant!

Beide Punkte belegen den außerordentlich entscheidenden Einfluss der schlechten Ausbreitungsbedingungen im Winter auf den Jahresmittelwert.

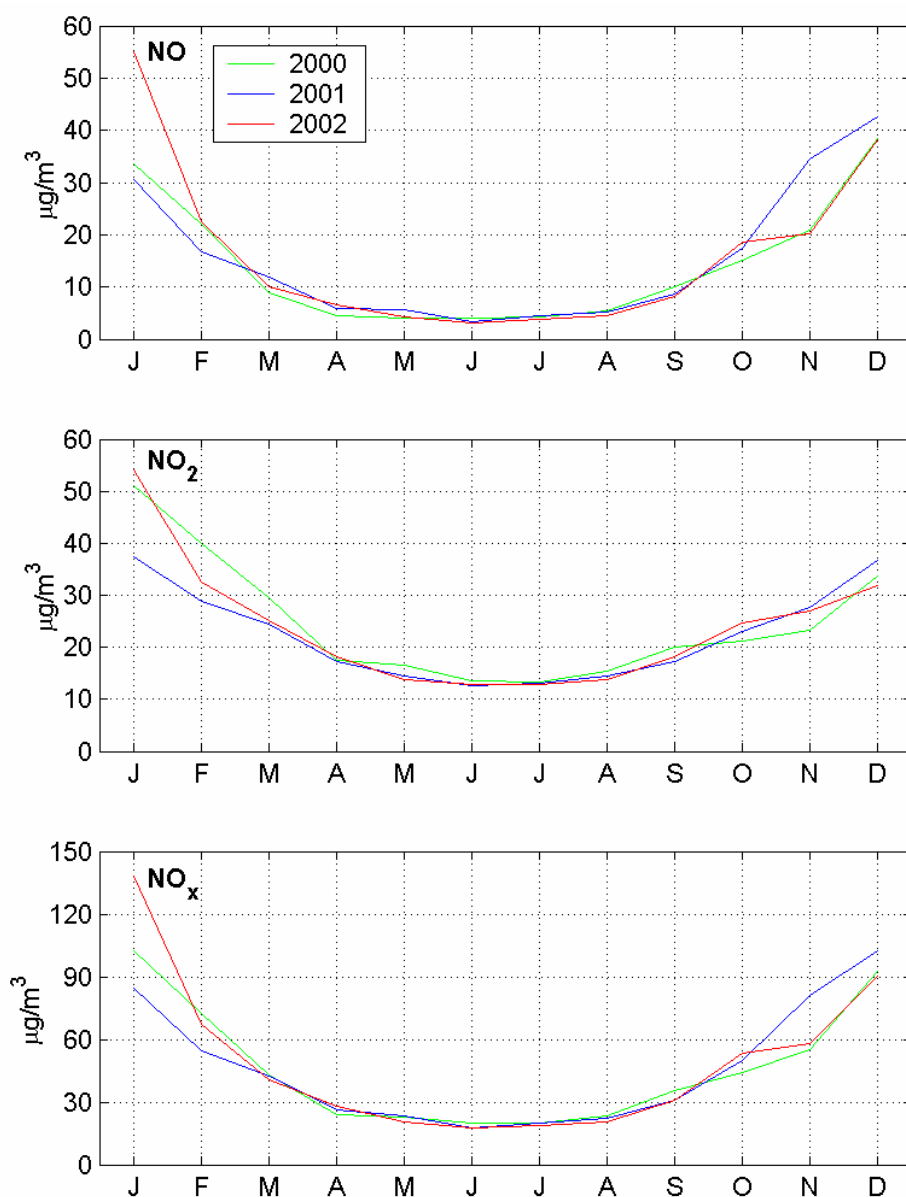


Abbildung 18: Jahrgang für NO, NO₂ und NO_x an der Station Kramsach/Angerberg für die Jahre 2000, 2001 und 2002 anhand der jeweiligen Monatsmittelwerte.

Außerdem ermöglicht Abbildung 17 einen direkten Vergleich der Monatsmittelwerte des Jahres 2002 mit jenen der vorangegangenen Jahre. Der Monat Jänner 2002 zeichnet sich durch besonders hohe NO_x-Immissionen aus, während in den Monaten November und Dezember 2002 geringere NO_x-Immissionen registriert wurden als in den Vorjahren. Die restlichen Monate unterscheiden sich hinsichtlich der NO_x-Immissionen nur geringfügig von den Vorjahren. Die meteorologischen Bedingungen waren an dieser Entwicklung maßgeblich beteiligt (siehe 4.8).

5.2. NO_x-Belastung im Unterhangbereich des Inntales

Die Stickstoffoxid-Belastung (NO, NO₂ und NO_x) zeigt bei den am Talboden liegenden Messstationen des Unterinntales unterschiedlich hohe Werte. Während die NO_x -Belastung (2002) in Innsbruck bei rund 100 µg/m³ und in Wörgl und Kufstein bei 80 bzw. 71 µg/m³ lag, war die NO_x-Belastung in Hall und Vomp mit Werten von 144 bis 340 µg/m³ deutlich höher.

Tabelle 3: Station	Jahresmittelwert 2002 µg/m ³		
	NO _x	NO	NO ₂
Innsbruck - Fallmerayerstraße	104	42	40
Innsbruck - Andechstraße	102	43	36
Hall in Tirol - Münzergasse	144	67	41
Vomp - Raststätte A12	340	182	61
Vomp – An der Leiten	158	75	43
Wörgl – Stelzhammerstraße	80	34	28
Kufstein – Franz-Josef-Platz	71	26	31

Diese Jahresmittelwerte zeigen die hohe – im Nahbereich von hochrangigen Straßen drastisch erhöhte - NO_x-Belastung des mittleren Inntales zwischen Hall und Kundl gegenüber dem Innsbrucker-Raum und dem östlichen Inntalabschnitt zwischen Wörgl - Kufstein).

5.2.1 Ergebnisse früherer Untersuchungen aus dem mittleren Inntal

Bereits bei der Studie „Auswirkungen des Straßenverkehrs auf die Umwelt“ im Jahr 1991 wurde der Verlauf der Stickoxidbelastung im Talquerschnitt durch das Unterinntal aufgezeigt. So wurden im Bereich der südexponierten Hänge auf der Höhe Kramsach/Angerberg in rund 80 m Höhe über dem Talboden noch 55 %, auf einer Höhe von 490 m über dem Talboden immerhin noch 27 % jener NO₂-Werte gemessen, welche zeitgleich am Talboden festgestellt wurden.

Auf dem nordexponierten Hang in Radfeld wurden in einer Höhe von rund 250 m über dem Talboden noch 27 % der NO₂-Belastung des Talbodens registriert.

In der Studie „verkehrsbedingte Stickoxid-Belastung im Inntal: Einfluss meteorologischer und topographischer Faktoren“ [34] wurde festgestellt, dass im Inntal – insbesondere in der kalten Jahreszeit –

Akkumulation und Rezirkulation von Schadstoffen einen sehr hohen Einfluss auf die Konzentration von Schadstoffen haben. Dabei handelt es sich um spezifische Effekte eines Alpentales. Ein Vergleich mit Verhältnissen aus dem Flachland zeigt, dass Emissionen in gleicher Größenordnung im Raum Innsbruck im Winter eine um etwa eine Größenordnung (Faktor 9) höhere mittlere Morgenspitze der NO_x -Konzentrationen an autobahnnahen Stationen verursachen, als im Raum südlich von Wien.

Auch Thudium et. al. [16, 17, 18, 20, 21] beschreiben die begrenzten Durchmischungsbedingungen alpiner Täler und die damit gegebenen höheren Immissionswerte gegenüber Gebieten außerhalb von Alpentälern.

Die Alpentäler zeichnen sich aufgrund der gegenüber ebenen Gebieten schlechteren vertikalen und horizontalen Luftaustauschbedingungen durch niedrige Schadstoffgradienten aus. Das bedeutet, dass die Schadstoffbelastung mit zunehmender Entfernung von einem Emittenten (z.B. Autobahn) nur allmählich abnimmt. Im Verhältnis zu ebenen Gebieten ist daher in gleicher Entfernung zu einem Emittenten die Immissionsbelastung in den Alpentälern ungleich höher. Untersuchungen entlang der Transitroute St. Gotthard (Schweiz) zeigten beispielsweise aus Ergebnissen einer Luftgütemessstelle in Erstfeld (ca. 800 m abseits der Autobahn) noch eine NO_2 -Belastung von rd. 50 % der gemessenen NO_2 -Immissionen neben der Autobahn. Einen Überblick über die Ausbreitung von NO_2 in Alpentälern gibt Abbildung 19. Im Winter fällt mit zunehmender Distanz zur Autobahn das NO_2 weniger stark ab als im Sommer.

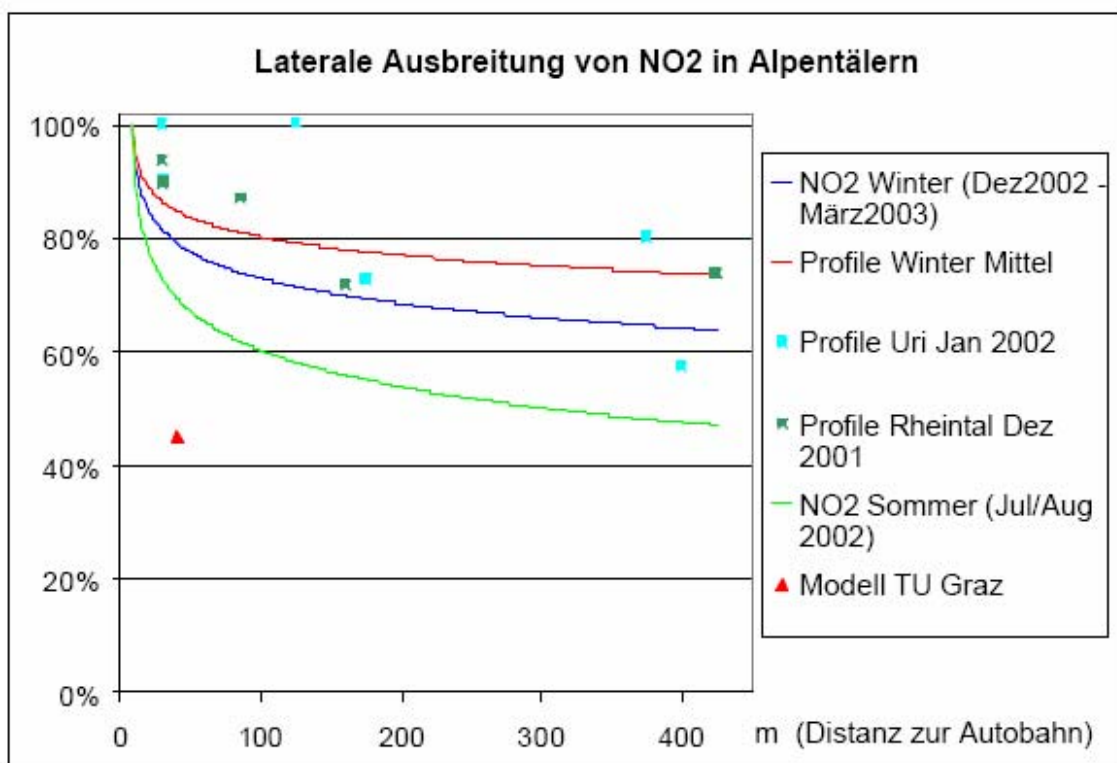


Abbildung 19: Laterale Ausbreitung des NO_2 in Alpentälern: Ergebnisse von Messungen im Reusstal (Gotthard) und im Rheintal (San Bernadino-Route bei Maienfeld) (aus[21])

5.2.2. Verhältnis der Immissionen – Talboden / Unterhang

Wie die Auswertungen der Messergebnisse von Kramsach zeigen, ist die Grenzwertüberschreitung durch die hohe NO_x-Belastung in der kälteren Jahreshälfte von Oktober – Dezember und Jänner – März verursacht.

Die Gegenüberstellung der NO-Monatsmittelwerte in Kramsach und Hall zeigt, dass in den Monaten Dezember und Jänner in Kramsach rd. 30 % der NO-Belastung von Hall gemessen wird. In der kälteren Jahreshälfte von Jänner bis März und Oktober bis Dezember wird in Kramsach rd. 25 % der NO-Belastung von Hall registriert. Dagegen beträgt in der wärmeren Jahreshälfte von April bis September der durchschnittliche NO-Wert in Kramsach nur mehr 18 % des in Hall gemessenen NO-Wertes. Im Jahresmittel wird in Kramsach 24 % der NO-Belastung von Hall erreicht.

Bei den NO₂-Werten ergeben sich andere Verhältniszahlen. Im Jahresmittel wird in Kramsach 59 % der NO₂-Belastung von Hall erreicht. In den Monaten Jänner und Dezember erreicht die NO₂-Belastung in Kramsach mehr als 70 % der in Hall gemessenen NO₂-Belastung. In der kälteren Jahreshälfte von Jänner bis März und Oktober bis Dezember wird in Kramsach rd. 67 % der NO₂-Belastung von Hall registriert. Im Sommer sind in Kramsach noch rd. 40 % der in Hall gemessenen NO₂-Werte gegeben.

Die in der kälteren Jahreshälfte gegebenen wesentlich höheren Prozentwerte der NO- und NO₂-Belastung in Kramsach (gemessen an der Belastung von Hall) gegenüber dem Sommer belegen eindrucksvoll die deutlich schlechteren Ausbreitungsbedingungen im Winter.

Die bessere Verdünnung der Schadstoffe im Sommer ist an den Hängen deutlicher erkennbar als an den Messstellen am Talboden. Während am Talboden die Monatsmittelwerte für NO₂ in den Wintermonaten lediglich um 30%-140% höher sind wie in den Sommermonaten, werden in der Hanglage in den Wintermonaten 80 % - 310 % höhere NO₂-Werte gemessen wie in den Sommermonaten. Bei den NO-Werten sind die Unterschiede zwischen Winter und Sommer noch deutlicher.

Die Messstelle Kramsach zeigt mit dem Jahresmittelwert von 49 µg/m³ eine sehr deutliche Überschreitung des Jahresgrenzwertes.

Eine Überschreitung des NO_x-Jahresgrenzwertes von 30 µg/m³ kann durch unterschiedlich hohe NO- und NO₂-Werte eintreten. Je nach dem, welche NO-Belastung gegeben ist, vermindert oder erhöht sich der für das NO₂ noch verbleibende Wert. Beträgt der durchschnittliche NO-Jahreswert beispielsweise 5 µg/m³, so muss ein durchschnittlicher NO₂-Jahreswert von 23 µg/m³ gegeben sein, damit der NO_x-Jahresgrenzwert von 30µg/m³ überschritten wird (Berechnung $5 \times 46/30 + 23 = 30,67$). Bei einem durchschnittlichen NO-Jahreswert von beispielsweise 10µg/m³ würde bereits eine durchschnittliche NO₂-Jahresbelastung von 15 µg/m³ ausreichen, damit der NO_x-Jahresgrenzwert überschritten ist (Berechnung: $10 \times 46/30 + 15 = 30,33$).

In der Tabelle 4 sind all jene Werte für NO₂ und NO enthalten die in Summe zu einer Grenzwertverletzung führen.

Tabelle 4: Mögliche NO₂ und NO – Werte, die zu einem Jahresmittelwert > 30 µg/m³ führen:

Tabelle 4	
NO ₂	NO
24	4
23	5
21	6
20	7
18	8
17	9
15	10
14	11
12	12

Die Entfernung der unteren Einhänge des Inntales zur A12 - dem bedeutendsten Emittenten im Unterinntal - liegt zwischen 10 m – 2.300 m. Tabelle 5 gibt bezogen auf einzelne Querschnitte auf Höhe der verschiedenen Unterinntaler Gemeinden eine Aufstellung über die maximalen Entfernungen der unteren Einhänge bis zur Höhe von 100 m über dem Talboden wieder:

Tabelle 5	maximale Entfernung der Hänge des Inntales von der A 12 bis in 100 m über Talboden	
	südexponiert	nordexponiert
Hall / Mils	1.800 m	500 m
Volders / Baumkirchen	1.000 m	1.500 m
Wattens / Fritzens	1.100 m	1.500 m
Kolsass / Weer / Terfens	1.200 m	1.600 m
Vomperbach / Pill	2.000 m	1.200 m
Vomp /Schwaz	700 m	2.000 m
Stans	1.400 m	1.200 m
Jenbach / Buch	1.000 m	1.200 m
Wiesing / Strass	1.000 m	1.400 m
Münster / Reith i.A.	2.300 m	1.000 m
Kramsach / Brixlegg	2.100 m	1.000 m
Breitenbach / Kundl	2.300 m	2.000 m

Anhand der NO-Messergebnisse von Kramsach (16 µg/m³) und unter Hinweis auf die Aussagen in Kapitel 4. und 5.2.1. ist davon auszugehen, dass der NO-Jahresmittelwert in der Zone der untersten 100 m über der Talsohle des Unterinntales zwischen Hall und Kundl zumindest 10 µg/m³ beträgt.

Der Wert von 10 µg/m³ entspricht 15 % des in Hall und 5 % des in Vomp/Raststätte gemessenen Jahreswertes.

Der bei einem NO-Wert von 10 µg/m³ für eine NO_x-Jahresgrenzwertüberschreitung erforderliche NO₂-Jahreswert liegt bei 15 µg/m³. Unter Berücksichtigung der Messergebnisse von Kramsach (24 µg/m³) und den unter Kapitel 4. und 5.2.1 getätigten Aussagen ist davon auszugehen, dass in allen Bereichen der 100 m Zone über der Talsohle des Unterinntales zwischen Hall und Kundl dieser Wert erreicht bzw. deutlich überschritten wird. Der Wert von 15 µg/m³ entspricht 37 % des in Hall und 25 % des in Vomp/Raststätte gemessenen Jahreswertes.

5.2.2. Zusammenfassung zur NO_x-Belastung im Unterinntal

Wie die Immissionsanalyse zeigt, ist für die Überschreitung des Jahresgrenzwertes von 30 µg NO_x/m³ vor allem die hohe winterliche Belastung der untersten Luftschichten entscheidend, die sowohl auf den süd- als auch nordexponierten Unterhangbereichen des Inntales zu hohen NO_x-Werten führt. In emittentennahen Teilbereichen des südexponierten Unterhangbereiches des Inntales ist eine Grenzwertüberschreitung durchaus auch bis in Höhen von rund 200 m zu erwarten. Die Messergebnisse in Kramsach/Angerberg belegen, dass der Jahresgrenzwert jedenfalls bis in 100°m über der Talsohle überschritten wird. Die Überschreitung des Jahresgrenzwertes ist darüber hinaus auch in anderen emittentennahen Vegetationsflächen des Inntales wahrscheinlich, wie z.B. zwischen Wörgl und Kufstein oder zwischen Hall und Telfs. Diese Bereiche zeichnen sich jedoch durch etwas günstigere immissionsklimatische Bedingungen aus und wird daher eine Aussage zu diesen Bereichen ausgeklammert.

Die gegebene NO_x-Belastung bei den Luftmessstationen im Unterinntal führt in Verbindung mit allen vorhandenen Studien zur Schadstoffverteilung in alpinen Tälern im allgemeinen und des Inntales im speziellen und den unter Punkt 4 beschriebenen Luftaustauschbedingungen im Unterinntal zum Schluss, dass in den letzten Jahren wie auch im Jahr 2002 jedenfalls eine Zone der untersten 100 m über der Talsohle des Inntales, zwischen Hall und Kundl mit einer Stickoxid (NO_x)-Belastung von mehr als 30 µg/m³ (Jahresdurchschnittswert) belastet war.

5.3. Messergebnisse aus anderen österreichischen Stationen

Im Folgenden werden die Jahresmittelwerte (Jahr 2002) ausgewählter Österreichischer Messstationen (siehe Anlage 1) angeführt, die zur Überwachung der Vegetationsgrenzwerte lt. IG-Luft bzw. als forstrelevante Stationen abseits von Siedlungen im land- und forstwirtschaftlich genutzten Raum vorhanden sind (1).

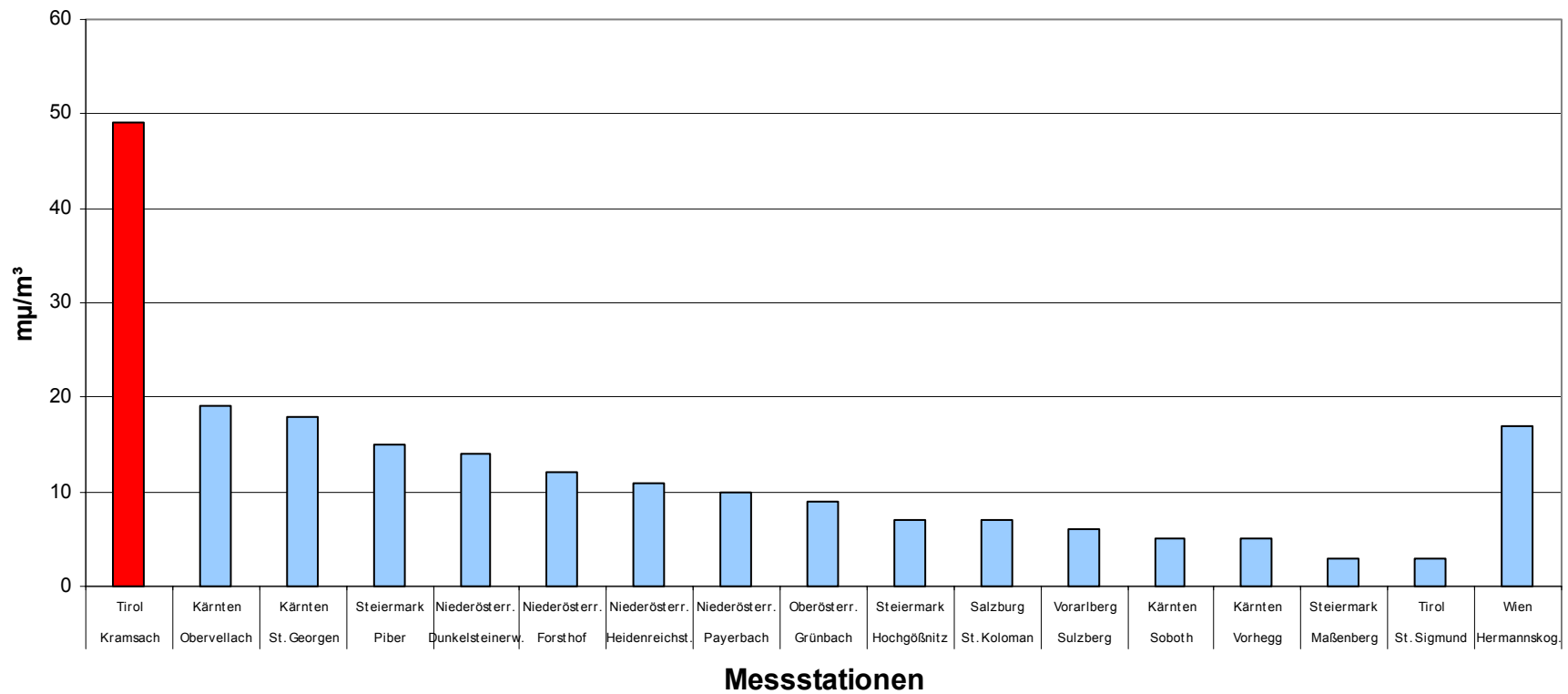
Tabelle 6	NO	NO₂	NO_x
Messstation	µg/m³		
Sulzberg – Vorarlberg	-	5	6
St. Sigmund - Tirol	0	2	3
St. Koloman - Salzburg	1	6	7
Vorhegg - Kärnten	1	3	5
Obervellach – Kärnten	-	11	19
St. Georgen – Kärnten	-	12	18
Soboth – Kärnten	-	4	5
Grünbach – Oberösterreich	2	6	9
Hochgößnitz – Steiermark	1	6	7
Piber – Steiermark	3	11	15
Maßenberg - Steiermark	-	2	3
Payerbach - Niederösterreich	2	7	10
Dunkelsteinerwald – Niederösterreich	2	11	14
Forsthof – Niederösterreich	2	9	12
Heidenreichstein - Niederösterreich	2	8	11
Hermannskogel - Wien	2	15	17

An der Messstation Kramsach/Angerberg wird ein 2,5 – 16 mal höherer NO_x-Jahreswert registriert, als bei allen anderen vegetationsbezogenen bzw. forstrelevanten Messstationen Österreichs. Diese Aufstellung gibt ebenso Hinweise auf die besondere Belastungssituation im Unterinntal, die nur durch die Verbindung der gegebenen Emissionen mit den schlechten Luftaustauschbedingungen entsteht. In der Umgebung anderer vegetationsbezogener österreichischer Messstationen gibt es vergleichbare oder sogar höhere Emissionsmengen. Als Beispiel ist die Wiener Messstation Hermannskogel zu nennen. Die dortigen Ausbreitungsbedingungen sind aber wesentlich besser als im Inntal, wodurch der Jahresdurchschnittswert deutlich unter der Belastung entlang der Unterhangbereiche des Unterinntales liegt (siehe Abbildung 20).

Auch die Messergebnisse am Flughafen München zeigen den hohen Einfluss der Luftaustauschbedingungen (siehe auch Punkt 4.5). Der Jahresdurchschnittswert 2002 für die NO_x-Belastung lag beim Flughafen München bei 33 µg/m³. Die NO_x Werte am Talboden des Unterinntales liegen zwischen 3 – 5 mal höher, direkt an der Autobahn A12 in Vomp sogar 10 mal höher als am Flughafen München. Der NO_x-Jahreswert bei der Station Kramsach/Angerberg 92 m über den Talboden liegt rund 50 % höher als am Flughafen München.

Abbildung 20

NO_x-Belastung 2002 - Jahresmittelwert vegetations- bzw. forstrelevanter Messstellen Österreichs



5.4. Sonstige Hinweise auf NOx-Belastung

Aus den Erhebungen der Abteilung Waldschutz und des Bundesamtes und Forschungszentrum für Wald ergeben sich weitere Hinweise auf die NOx-Belastung im Unterinntal.

5.4.1 Bioindikation mittels Flechtenkartierung

Flechten werden seit mehr als 100 Jahren zur Erkennung von Luftbelastungen verwendet (Biomonitoring / Bioindikation). Flechten ernähren sich ausschließlich über die Luft und das Regenwasser und reagieren sehr sensibel auf saure Schadstoffeinträge. Weltweite Hauptverursacher von sauren Schadstoffeinträgen sind Schwefeldioxid (SO₂) und Stickstoffdioxid (NO₂) und ihre Folgeprodukte.

Einen Hinweis auf die Luftbelastungssituation im Unterinntal gibt somit die in den Jahren 1997 – 1999 durchgeführte Flechtenkartierung. Die Schadstoffbelastung mit Stickoxiden und sonstigen Luftschadstoffen hat sich von 1999 bis zum Jahr 2002 nur unwesentlich verändert, weshalb der Flechtenzustand aus den Jahren 1997 – 1999 im Rahmen dieser Stuserhebung Eingang finden kann.

Hauptverantwortlich für Säureeinträge im Inntal sind seit einigen Jahren Stickstoffverbindungen, welche mittels trockener und nasser Deposition auf die Vegetation einwirken (HNO₃, NO₃⁻, NH₄⁺). Die Schwefeldioxidimmissionen spielen im Unterinntal nach dem Umstieg auf Erdgas und schwefelarmen Heizölen bereits seit mehr als 10 Jahren nur mehr eine sehr untergeordnete Rolle. Die Sulfatschwefel-Einträge mittels Regen und Schnee haben in den letzten Jahren ebenso deutlich abgenommen (8).

Im Zeitraum von 1997 – 1999 wurde im Nahbereich der Probeflächen der Waldzustandsinventur nach einer Erhebungspause von 10 Jahren eine immissionsbezogene Flechtenkartierung durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen eine höhenabhängige Verteilung der Belastungszonen. In Tallagen und unteren Taleinhängen traten zum Teil deutliche Beeinträchtigungen an der Flechtenvegetation auf. In höheren Lagen nahmen diese Beeinträchtigungen sehr stark ab, über 1.500 m Seehöhe gab es fast durchwegs ungestörtes Wachstum der Flechten und damit die beste Zone 1. Gegenüber der 1. Erhebung von 1987 – 1989 waren bei der 2. Erhebung von 1997 – 1999 Verbesserungen in den Hochlagen und zugleich Verschlechterungen in den tieferen Lagen zu verzeichnen.

In der Erhebungsperiode 1997 - 1999 traten im Unterinntal stark belastete Probeflächen in Fritzens, Münster, Unterangerberg und Kufstein jeweils am Talboden bzw. bis in Höhen von 100 m über den Talboden zu Tage. Eine mittlere Belastung der Flechten wurde im Unterinntal auf Probeflächen im Bereich von Baumkirchen, Pill, Kundl, Schwoich, Ebbs und Thiersee bis in Seehöhen von knapp unter 900 m gefunden. Alle Probeflächen im Unterinntal bis in eine Seehöhe von 700 m waren entweder in der mittleren Belastungsstufe oder in der starken Belastungsstufe. Der Vitalitätszustand der Flechten hat sich von der 1. Erhebungsperiode 1987 – 1989 zur 2. Erhebungsperiode 1997 – 1999 bei einem Großteil der Probeflächen der unteren Seehöhenbereiche verschlechtert (siehe Anlage 2 und 3).

5.4.2. Stickstoffeintrag durch nasse Deposition

Mit dem Regen und Schnee eingetragene Schadstoffe stammen - vereinfacht ausgedrückt – sowohl aus dem Entstehungsgebiet der Wolken (Aufsteigen der verdunsteten Wassermenge) als auch aus dem beregneten Gebiet selbst. Diese Effekte wurden in (15) beschrieben und können auch an den neueren Niederschlagsdaten (Jahre 1996 – 2002) der Messstelle Niederndorferberg, Reutte, Innervillgraten (21) sowie Inneralpbach (17) nachvollzogen werden (Tabelle 7, Abbildung 21).

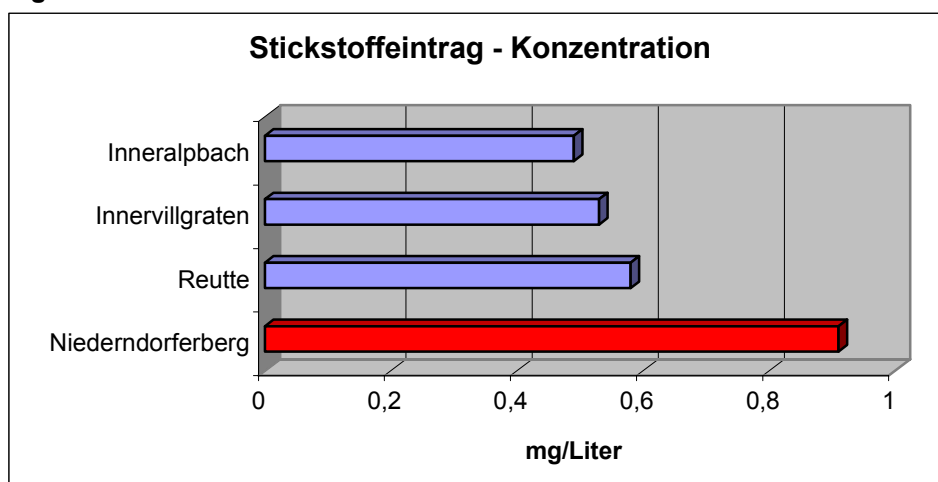
Tabelle 7	NH₄⁺- N	NO₃⁻- N	Gesamt- Stickstoff	Niederschlag	N
Niederschlag-Messstation	kg / ha u. Jahr			mm	mg/l
Niederndorferberg 680 m Jahre 1996 – 2002	6,36	5,59	11,95	1313	0,91
Reutte 930 m Jahre 1996 – 2002	4,93	4,50	9,43	1628	0,58
Innervillgraten 1730 m Jahre 1996 – 2002	2,89	1,85	4,74	887	0,53
Inneralpbach 1490 m Jahre 1996 – 2002	3,48	3,49	6,98	1412	0,49

Die Menge an eingetragenen Stickstoff mittels Regen und Schnee ist in Innervillgraten am geringsten, gefolgt von den Stationen in Inneralpbach und Reutte. Die höchste Gesamtmenge an Stickstoff wird bei der Station Niederndorferberg auf 680 m Seehöhe eingetragen.

Die Niederschlagsmengen sind bei den vier Stationen sehr unterschiedlich. Die geringste Niederschlagsmenge wird in Innervillgraten erreicht, gefolgt von Niederndorferberg und Inneralpbach. Die höchste Niederschlagsmenge wird in Reutte verzeichnet.

Aufgrund der unterschiedlichen Niederschlagsmenge ergeben sich für die vier Stationen bei den Konzentrationswerten für den Reinstickstoff in mg / l (Milligramm je Liter) unterschiedliche Werte.

Abbildung 21



Während in Reutte (930 m), Innervillgraten (1730 m) und Inneralpbach (1490 m) seit 1996 Stickstoff in einer durchschnittlichen Konzentration von 0,49 – 0,58 mg je Liter Niederschlag eingetragen wurde, lag die durchschnittliche Stickstoffkonzentration in Niederndorferberg (680 m) bei 0,91 mg je Liter (Abb.20).

Das heißt, dass bei der Messstation Niederndorferberg die Stickstoff-Konzentrationswerte gegenüber Reutte, Innervillgraten und Inneralpbach um 57 % bis 85 % höher liegen. Dies ist ein Indiz dafür, dass schadstoffbelastete Luft des Inntales während des Fallens des Regens bzw. Schnees ausgewaschen wird und sich dadurch höhere Stickstoffkonzentrationen im gesammelten Regen ergeben.

Die critical loads für Nadel- und Laubwälder liegen bei 10 – 15 kg /ha und Jahr. Dieser Wert wird in Niederndorferberg erreicht. Aufgrund der vorliegenden Untersuchungen zur Deposition aus dem Nebel (bis 31 % Anteil an der Gesamtdeposition) und der trockenen Deposition (4) ist in etlichen Bereichen des Unterinntales, insbesondere an Waldrändern mit dem Überschreiten der critical loads zu rechnen.

6. VEGETATIONSFLÄCHE IN DER BELASTETEN ZONE

In der Novelle zur Verordnung über das Messkonzept zum Immissionsschutzgesetz-Luft (BGBl. Nr. 344/2001; Anlage 2) sind Angaben hinsichtlich großräumiger und lokaler Standortkriterien für Probenahmestellen enthalten. Für Probenahmestellen zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation wird empfohlen, dass sie: „.... nicht im unmittelbaren Einflussbereich von NOx- bzw. SO2-Emittenten liegen. In Ballungsgebieten sind keine Messungen vorzunehmen. Die Luftqualität sollte für einen Bereich von einigen zehn Quadratkilometern repräsentativ sein.“

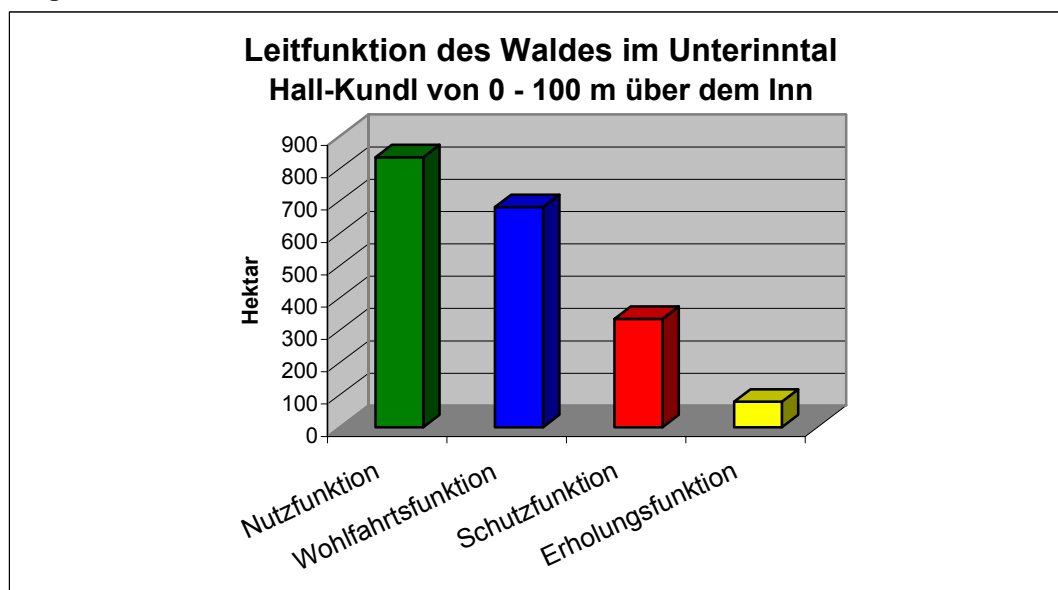
Die Berechnung des Ausmaßes belasteter Flächen anhand einer GIS-Auswertung (siehe Anlage 4) für den Bereich der untersten 100 m (in vertikaler) und der 49 km (in horizontaler Richtung) des Unterinntales von Hall bis Kundl ergibt eine Gesamtfläche von **12.870 ha**.

Von dieser Gesamtfläche sind rund 10.000 ha landwirtschaftlich genutzte Grundflächen (landwirtschaftliche Intensivkulturen, Wiesen, Äcker, etc.).

Der Wald nimmt in diesem Raum eine Gesamtfläche von ca. 1930 ha ein. Neben der Nutzfunktion spielen die im besonderen öffentlichen Interesse liegenden Schutz-, Wohlfahrts- und Erholungsfunktionen eine große Rolle (Tabelle 8, Abbildung 22).

Tabelle 8	Waldfläche	Flächenanteil
Leitfunktion des Waldes	in ha	in Prozent
Nutzfunktion	835	43 %
Wohlfahrtsfunktion	681	35 %
Schutzfunktion	335	17 %
Erholungsfunktion	79	4 %
Summe	1.930	

Abbildung 22



Die Wohlfahrtsfunktion hat im Beurteilungsraum neben der Nutzfunktion die größte Bedeutung. Die Wohlfahrtswirkung besteht in erster Linie in der Reinigung und Erneuerung der Luft und im Schutz vor Lärmimmissionen.

Die betroffenen Schutzwälder schützen ihre Standorte vor Erosion und Abrutschung, weshalb eine besondere Behandlung zum Schutz des Bodens und zur Sicherung der Wiederbewaldung erforderlich ist. In Teilbereichen schützt der Wald auch Objekte, Siedlungen und Verkehrswege bzw. kultivierten Boden vor Elementargefahren (Objektschutzwald).

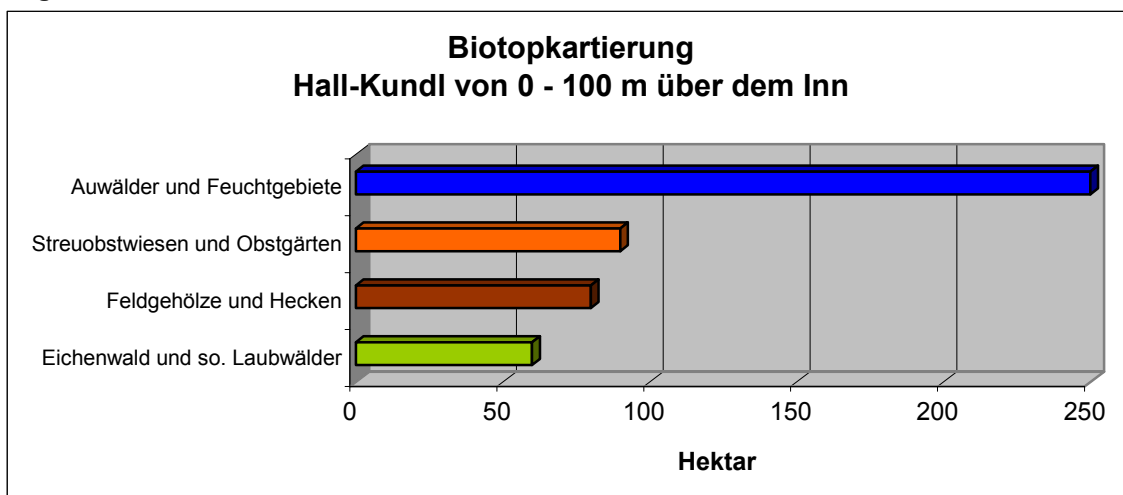
Die Erholungsfunktion ist in Teilbereichen wegen der Nutzung der Wälder als Naherholungsgebiet ebenso von gewisser Bedeutung.

Biotopkartierung

Aus der Biotopkartierung des Landes Tirol (22) ergeben sich für ausgewählte Biotoptypen nachfolgende angeschätzte Flächenanteile in der belasteten Zone zwischen Hall und Kundl (Tabelle° 9, Abbildung 23).

Tabelle 9	Fläche
Biotoptyp	
Streuobstwiesen und Obstgärten	90 ha
Eichenwald und so. Laubwälder	60 ha
Feldgehölze und Hecken	80 ha
Auwälder und Feuchtgebiete	250 ha

Abbildung 23



Auwälder, Feuchtgebiete, Feldgehölze sowie Heckenzüge stehen unter besonderem Schutz nach dem Tiroler Naturschutzgesetz.

Die in der Biotopkartierung ausgewiesenen Biotoptypen überschneiden sich insbesondere bei den Eichen- und sonstigen Laubwäldern und bei den Auwäldern mit den im Waldentwicklungsplan angeführten Waldfunktionsflächen.

In Summe ergeben sich damit im Beurteilungsraum Flächen im Ausmaß von rund 1.300 ha deren Erhaltung entweder nach dem Forstgesetz oder nach dem Tiroler Naturschutzgesetz in besonderem öffentlichen Interesse liegt. Darüber hinaus sind im Beurteilungsraum insgesamt weitere rd. 10.000 ha an landwirtschaftlichen Kulturgründen mit Grünlandwirtschaft und Ackerbau und rd. 835 ha Wirtschaftswald vorhanden, für die die Einhaltung des Vegetationsgrenzwertes lt. IG-Luft aus fachlicher Sicht ebenso zu fordern ist.

Die in der Messkonzeptverordnung BGBl. II 344/2001 enthaltenen Kriterien für Probenahmestellen, an denen Messungen zum Schutz von Ökosystemen und der Vegetation vorgenommen werden, sind damit für die Messstation Kramsach/Angerberg erfüllt.

7. EMISSIONSSITUATION

Derzeit besteht für den Untersuchungsraum noch kein Emissionskataster mit detaillierten auf Emissionsmessungen beruhenden und räumlich exakt zuordenbaren Angaben zu den unterschiedlichen NO_x-Emissionen. Es existieren jedoch mehrere Abschätzungen, aus denen sich ein hinreichend genaues Bild der NO_x-Emissionen ergibt.

Das Umweltbundesamt kommt für das Jahr 2001 in (3) zu folgenden Gesamt-NO_x-Emissionen in Tirol (Tabelle 10).

Tabelle 10	NO_x	Anteil
Sektor	in Tonnen	in Prozent
Verkehr	11.955	65 %
Kleinverbraucher	3467	19 %
Industrie	2827	15 %
Sonstige	116	1 %
Summe	18.366	100 %

Für das Inntal kommt das Umweltbundesamt in der Staturerhebung zur PM-10 Belastung Inntal 2002 zu folgender Abschätzung der NO_x-Emissionen.

Tabelle 10a: NO_x-Emissionen im Inntal in den Bezirken Innsbruck-Land, Innsbruck, Schwaz und Kufstein, in t/Jahr (aus Staturerhebung PM10-Inntal, UBA 2004)

	NO_x in t	Anteil in %
Verkehr Pkw	1319	24 %
Verkehr Lkw	2809	52 %
Off road-Verkehr ³	515	9 %
Hausbrand	216	4 %
Gewerbe	387	7 %
Industrie – Punktquellen	ca. 200	4 %
<i>Summe</i>	<i>ca. 5450</i>	

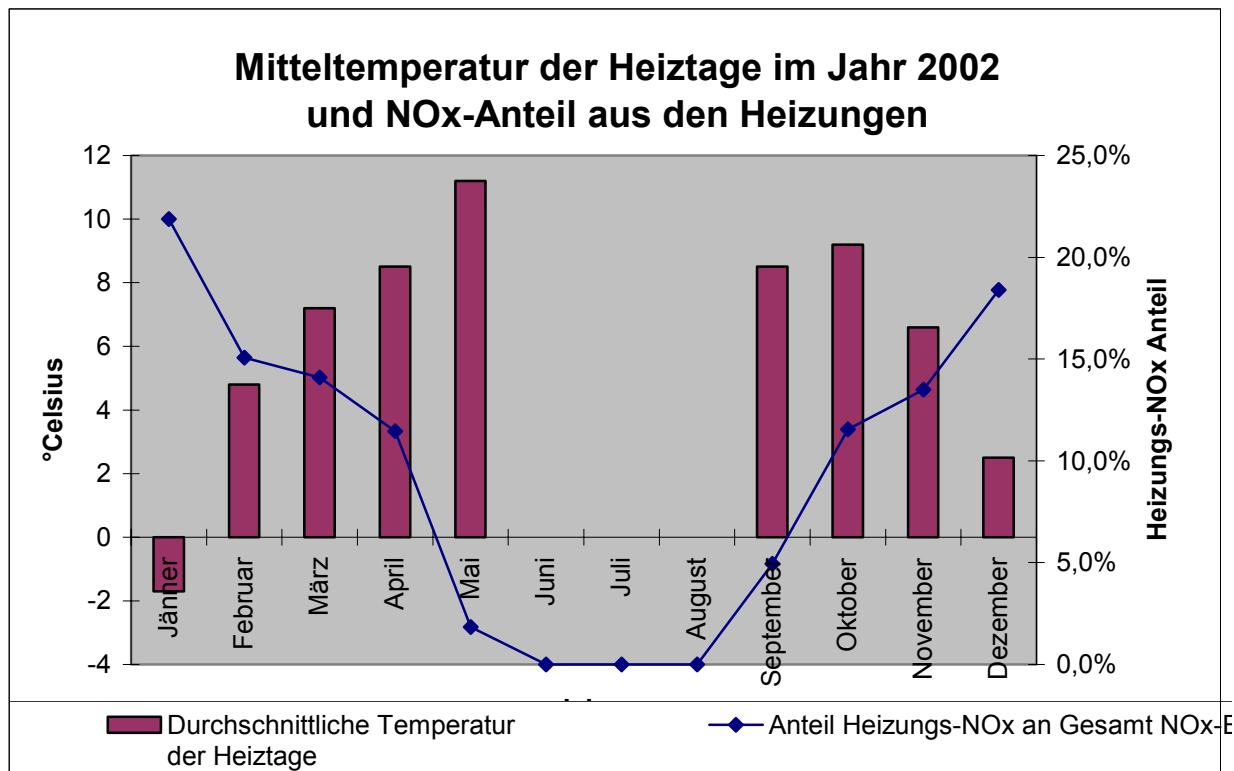
Hausbrand

Die Heizungen tragen lt. den Anschätzungen des Umweltbundesamtes im Jahresdurchschnitt wenig zur NO_x-Belastung bei. Selbst wenn angenommen wird, dass über das gesamte Jahr durchschnittlich 10 % der NO_x-Emissionen im Untersuchungsgebiet durch die Heizungen entstehen, so beträgt im kältesten Monat der Anteil der heizungsbedingten NO_x-Emissionen nicht wesentlich mehr als 20 % der Gesamtemissionen. Der Zusammenhang zwischen der mittleren Außentemperatur und dem Anteil der NO_x-Emissionen aus den Heizungen ist unter der Annahme eines 10 %igen Anteils der Heizungen in Abbildung 24 dargestellt. Dabei wurde vereinfachend auf Grundlage der Heizgradtage auf die NO_x-Emission geschlossen. Die Abbildung 24 wird anhand der Monate Jänner, April und September wie folgt erläutert: Im Jänner 2002 bei einer durchschnittlichen Temperatur von -1,7°C tragen die Heizungen zu 22 % zur NO_x-Emissionsmenge bei. Im April 2002 bei einer durchschnittlichen Temperatur der Heiztage von +8,5°C und insgesamt 27 Heiztagen, tragen die

³ Abgeschätzt aus österreichischen Gesamtemissionen [PISCHINGER, 2000]

Heizungen zu 11,5% zur NOx-Emissionsmenge bei. Im September 2002 bei einer durchschnittlichen Temperatur der Heitztage von ebenso 8,5 °C aber insgesamt nur 11 Heitztagen, tragen die Heizungen zu 4,9% zur NOx-Emissionsmenge bei.

Abbildung 24



Verkehr

Das Unterinntal ist geprägt von einem überdurchschnittlichen Gesamtverkehrs- und Schwerverkehrsaufkommen. Diese Tatsache führte zu der emissionsbezogenen Kernaussage der Studie „Verkehrsbedingte Stickoxid-Belastung im Inntal“ (18):

„Gemäß ARCS Kataster (letzte Aktualisierung 1995) stammen 85 % der NOx-Emissionen im Inntal zwischen Kufstein und Innsbruck vom Verkehr. Nach den eigenen Auswertungen stammen davon mindestens 55 % von der Inntalautobahn, der Rest dem zufolge vom regionalen und örtlichen Verkehr, insbesondere auch in den Gebieten um Kufstein und Innsbruck!“

Weiters weist diese Studie (Wert) rund 50 % der für die Messstation Hall relevanten NOx-Emissionen der A12 zu.

Die Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik (FVT) kam in Ihrer für die Wirtschaftskammer erstellten Studie (20) zum Schluss, dass auf der A12 im Abschnitt Wattens bis Jenbach im Jahr 2003 (DTV 2003) 59 % der NOx-Emissionen auf den Güterverkehr bzw. 53 % der NOx-Emissionen auf den schweren Güterverkehr (Lkw über 7,5 t) entfallen. 34 % der NOx-Emissionen werden lt. FVT vom Pkw- sowie 7 % vom Bus-Verkehr verursacht. Der Anteil des Personenverkehrs an den NOx-Emissionen ist damit höher als erwartet, so die FVT. Weiters wird in dieser Studie (20) festgestellt, dass an der Messstation Vomp/Raststätte über 90 % und an der

Messstation Vomp/An der Leiten über 80 % der gemessenen NO_x-Immissionen von der A12 stammen.

Im Untersuchungszeitraum vom 22. Mai – 25. Juli 2003 errechnete die FVT (20) einen Anteil der Hintergrundbelastung an der gemessenen NO_x-Konzentration in Vomp/Raststätte von 6 % und in Vomp/An der Leiten von 13 %.

Die Ergebnisse der FVT für das Jahr 2003 unterscheiden sich von den Aussagen im Verkehrsbericht 2002 (19) hinsichtlich des NO_x-Emissionsanteiles des schweren Güterverkehrs. Im Verkehrsbericht 2002 wird dem schweren Güterverkehr auf der A12 ein Anteil von 62 % an den Gesamt-NO_x-Emissionen der A12 zugewiesen. Wenn gleich sich damit die Aussagen in (19) und (20) der Höhe nach unterscheiden, kommen doch beide Berichte zum Schluss, dass der Güterverkehr mit einem Anteil am DTV von deutlich unter 20 % zumindest rund 60 % der NO_x-Emissionen auf der A12 im Bereich zwischen Wattens und Jenbach verursacht.

Zusammenfassend lässt sich aus den vorliegenden Studien und Messungen ableiten, dass der Verkehr weitaus größter Verursacher von NO_x-Emissionen im Unterinntal ist (siehe Tabelle 11). Der Anteil des Verkehrs an den NO_x-Emissionen im Bereich der als belastet ausgewiesenen Zone des Inntales zwischen Hall und Kundl wird auf Grund der derzeitigen Emittentenstruktur (Verkehr, Industrie und Siedlungen) im Mittel auf zumindest 80 % geschätzt. Der Anteil der NO_x-Emissionen der A12 wird in diesem Raum mit rund 60 % an den Gesamtemissionen geschätzt. Der Anteil der Industrie wird in diesem Abschnitt des Inntales etwas höher geschätzt als im gesamten Inntal von Telfs bis Kufstein.

Tabelle 11	
Emittent	geschätzter Anteil an den NO_x-Emissionen
Autobahn	60 %
örtlicher und regionaler Verkehr	20 %
Hausfeuerungen	20 %
Gewerbe und Industrie	

8. VORAUSSICHTLICHES SANIERUNGSGEBIET

Die Emittenten, die für die NO_x-Grenzwertüberschreitung im Unterinntal verantwortlich sind, liegen im wesentlichen am Talboden. Als belastet wurde eine Zone von **0 – 100 m über dem Talboden des Inntales** ausgewiesen. Das voraussichtliche Sanierungsgebiet erstreckt sich somit auf den Raum zwischen Hall und Kundl der sich von 0 – 100 m über dem Inn befindet. Betroffen sind davon folgende Gemeinden: Ampass, Hall, Absam, Mils, Baumkirchen, Tulfes, Volders, Wattens, Fritzens, Terfens, Kolsass, Weer, Pill, Vomp, Schwaz, Stans, Buch, Jenbach, Wiesing, Münster, Strass, Reith i.A., Brixlegg, Kramsach, Rattenberg, Radfeld, Breitenbach, Angerberg und Kundl.

9. MAßNAHMEN ZUR VERBESSERUNG DER LUFTQUALITÄT

Aus der Feststellung und Beschreibung der in Betracht kommenden Emittenten oder Emittentengruppen, die einen erheblichen Beitrag zur Immissionsbelastung geleistet haben, geht hervor, dass generell der Verkehrsbereich, hier im besonderen Maße der A12-Autobahnbetrieb, aber auch der Bereich der Kleinverbraucher und produktionspezifische Prozesse im Bereich Gewerbe und Industrie als Verursacher in Frage kommen. Aufgrund der wesentlich höheren winterlichen NO_x-Belastung kommt Maßnahmen, die im Winter zu einer Verringerung der NO_x-Emission führen, besondere Bedeutung zu.

Als mögliche Maßnahmen zur Emissionsreduktion kommen in Betracht:

VERKEHR

• Fahrverbote

- Generelles Nachtfahrverbot für den schweren Güterverkehr
- Verlängerung der Verbotszeiten für das bestehende Nachtfahrverbot für Schwere Nutzfahrzeuge auf der Autobahn A12 zwischen Hall und Kundl
- Sektorale Fahrverbote zur Verringerung der Fahrtenhäufigkeit
- Zeitlich begrenzte Fahrverbote für die besonders belasteten Monate Dezember bis Februar
- Fahrverbote für Nutzfahrzeuge mit älteren Emissionsstandards (z.B. bis inklusive Euro 2)
-

• Kontrolle des Verkehrs

- Verstärkte Kontrolle von technisch nicht einwandfreien Fahrzeugen mit offensichtlich erhöhten Emissionen.

- **Verkehrsverlagerung** hin zu weniger NO_x-emittierenden Verkehrsarten. Konventioneller Eisenbahnverkehr und öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) sollten deshalb Vorrang genießen und ausreichend finanziert sein.

- **Tempolimits** – Niedere Geschwindigkeiten senken den Energieverbrauch und entsprechend abgestimmt auf die Fahrzeugart auch die Emissionen.

• Geschwindigkeitssteuerung durch Verkehrsleitsysteme

Die Geschwindigkeiten im Bereich der Autobahn liegen teilweise erheblich über den erlaubten Höchstgeschwindigkeiten. Deutliche Geschwindigkeitsdifferenzen sind bei den einzelnen Fahrstreifen, Steigungs- und Gefällestrecken und unterschiedlichen Verkehrsstärken zu erkennen. Auch sind dagegen gelegentlich ausgedehnte Stauungen anzutreffen. Streckenbeeinflussungsanlagen (Verkehrsleitsysteme) regeln die Geschwindigkeiten im Autobahnnetz. Dadurch kann neben der Erhöhung der Verkehrssicherheit auch eine Verringerung von Abgasen infolge Reduktion von hohen Geschwindigkeiten und Stauungen erreicht werden.

Zahlreiche seitens des Umweltbundesamtes im Rahmen der Stuserhebung zur PM-10 Belastung des Inntales vorgeschlagenen Maßnahmen dienen ebenso der Verringerung der NO_x-Emissionen.

KLEINVERBRAUCHER

Zur NO_x-Emissionsreduktion im Sektor der Kleinverbraucher ist von folgenden wesentlichen Einflussfaktoren auszugehen:

- Möglichst hohe **Reduktion der Energienachfrage** (z.B. Wohnbau mit Standards eines Niedrigenergiehauses, Forcierung der Althausanierung mit Schwerpunkt auf Wärmedämmung und Austausch von älteren Heizkesseln).
- Stetiger Rückgang des Anteils an privater Einzelwärmeerzeugung zugunsten von **Fernwärme**.
- Im Bereich der bisher von der Gasleitung erschlossenen Gemeinden könnte durch eine weitere Forcierung der **Erdgasanschlüsse** für Wohnungen, Häuser und Produktionsstätten die NO_x-Belastung verringert werden.
- Verstärkung der Anreize für **Solaranlagenbau** zur Warmwasseraufbereitung. Forcierung der Gemeindeförderungen für Solaranlagen.
- Möglichst völlige **Vermeidung von Kohle** aus dem Hausbrand.

Anregung an die Bundesregierung der höheren steuerlichen Absetzbarkeit von energiesparenden Maßnahmen bei der Wohnhausanierung.

Technologische Weiterentwicklung sowohl in Bezug auf Emissionswerte bei konventionellen Kesseln (v.a. bei Biomassekesseln) als auch in Bezug auf die Brennwert- bzw. in weiterer Folge auf die Brennstoffzellentechnologie.

GEWERBE UND INDUSTRIE

Die Gewerbe- und Industriebetriebe im Unterinntal haben bereits in den letzten Jahren große Investitionen zur Verringerung der Emissionen getätigt. Die Umstellung auf Erdgas von Heizöl schwer, Heizöl leicht und extra leicht hat eine Einsparung von weit über 100 Tonnen NO_x / Jahr gebracht. Die laufenden Bemühungen zur Emissionsminderung sind in den Gewerbeverfahren weiter zu betreiben und ist dabei auf den neuesten Stand der Technik auf dem Gebiet der Abgasreinigung zu achten. Dies gilt speziell auch für Kraftwerke und Fernheizwerke (z.B. auf Basis von Biomasse).

10. LITERATUR

- [1] Umweltbundesamt Wien: Luftgütestationen in Österreich, Bericht BE-213; Stand Juli 2002
- [2] Umweltbundesamt Wien: Monatsberichte der Stationen des UBA des Jahres 2002, Internet
- [3] Umweltbundesamt Wien: Bundesländer Luftschadstoff – Inventur 1990 – 2001, Bericht BE-185
- [4] Bundesamt und Forschungszentrum für Wald (BFW): Untersuchung von Stickstoffeinflüssen im Tiroler Kalkalpin, Herman F., Schmidt S., FBVA Berichte 119/2001
- [5] Bundesamt und Forschungszentrum für Wald (BFW): Szenarienanalyse erhöhter Stickstoffeinträge, Herman F., Internet
- [6] Land Tirol, Amt der Tiroler Landesregierung: Auswirkungen des Straßenverkehrs auf die Umwelt, Teilbericht Luft/Vegetation/Boden, Bericht an den Tiroler Landtag, Oktober 1991
- [7] Land Tirol, Amt der Tiroler Landesregierung: Stuserhebung nach dem Immissionsschutzgesetz Luft, NO₂-Grenzwertüberschreitung in Vomp, Innsbruck und Hall, 2001
- [8] Land Tirol, Amt der Tiroler Landesregierung: Jahresbericht über die Luftgüte in Tirol 2002
- [9] Land Tirol, Amt der Tiroler Landesregierung: Stuserhebung nach Immissionsschutzgesetz Luft, Überschreitung des NO₂-Jahreswertes 2002 an der Station Vomp/Raststätte A12
- [10] Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft: Forstliches Umweltmonitoring für den Wald der Zukunft, Stand Feber 2003
- [11] Forest Intensive Monitoring Coordinating Institute: Intensive Monitoring of Forest Exosystems in Europe, Technical Report 2003
- [12] Swiss Agency for the Enviroment, Forests and Landscape SAEFL: Empirical Critical Loads for Nitrogen, Expert Workshop, Berne, 11-13 November 2002
- [13] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL): Luftschadstoffe bilden ein Langzeitrisiko für den Wald, Umweltschutz 3/1998
- [14] Amt der Tiroler Landesregierung: Flechtenkartierung im Tiroler Wald, im Zustand der Tiroler Wälder, Bericht an den Tiroler Landtag 2000
- [15] Amt der Tiroler Landesregierung: Zustand der Tiroler Wälder, Bericht an den Tiroler Landtag 1988
- [16] Ökosience i.A. der Brenner Eisenbahn GmbH (BEG): NO_x-Belastung 1995 – Jahresmittelwert, UVP-Verfahren – immissionsklimatologische Untersuchung, Stand 10.06.1999
- [17] Thudium, J., 2002: Einhaltung der Grenzwerte für das NO₂-Jahresmittel an der Messstelle Vomp: Szenarien der zukünftigen Entwicklung des Schweren Güterverkehrs 2002 – 2012. Bericht im Auftrag der Landesbaudirektion Tirol.
- [18] Thudium, J., Siegrist, F., 2002: Bericht: Zusammenstellung von immissionsklimatischen Erkenntnissen in der Umgebung von Alpentransitachsen.

- [19] Thudium, J., Siegrist, F., Maly, P., 2001: Bericht: Beiträge zu einer immissionsklimatisch abgestützten Lenkung der Verkehrsströme auf der Inntalautobahn.
- [20] Thudium, J., 2002: Bericht: Immissionsklimatische Analyse der Grenzwertüberschreitungen für NO₂ an der Messstelle Vomp im Dezember 1999 und Szenarien zu deren Vermeidung.
- [21] Thudium, J., 2003: Stellungnahme zum Gutachten der FVT zum Nachtfahrverbot auf der Inntalautobahn A 12..
- [22] Vergeiner, I., 1983: Dynamik Alpiner Windsysteme.
- [23] Vergeiner, I., Dreiseitl, E., 1986: Valley Winds and Slope Winds – Observations and Elementary Thoughts.
- [24] Dreiseitl, E., 1988: Slope and Free Air Temperature in the Inn Valley. E.
- [25] Vergeiner, I., Dreiseitl, E., Feichtner, H., Pümpel, H., 1978: Inversionslagen in Innsbruck.
- [26] Machalek, A., 1974: Inversionsuntersuchungen in einem Gebirgstal. A. Machalek; Wetter und Leben, Band 26.
- [27] Bauer, M., 1994: Modellierung der Ausbreitung und Deposition von Schadstoffen in einem Alpental.
- [28] Grießer, E., 2003: Quantitative Simulation des NO_x-Konzentrationsverlaufes während der Belastungsperiode im November/Dezember 1999.
- [29] Loacker-Schöch, T., 1996: Die Vertikale Temperaturverteilung in der Talatmosphäre über Innsbruck.
- [30] Nickus, U., 1983: Die thermische Struktur der Inntal-Atmosphäre.
- [31] Klötzer, W., 1986: Feinstruktur des Luftdruckes im Inntal.
- [32] Lanzinger, A., 1987: Vergleich zwischen der Atmosphäre im Tal und über dem Alpenvorland.
- [33] Neumann Met.al.: Zustandsmonitoring in Österreich-Ergebnisse der Intensivbeobachtungsflächen (Level II), FBVA-Berichte 122
- [34] Wotawa G. Seibert P., Kromp-Kolb H.; Hirschberg M-M: „Verkehrsbedigte Stickoxidbelastung im Inntal: Einfluss meteorologischer und topographischer Faktoren.“ Endbericht zum Projekt 6983 „Analyse der Schadstoffbelastung im Inntal“. Okt. 2000
- [35] Amt der Tiroler Landesregierung: „Verkehrsberichte 2000, 2001, 2002; Abt. Gesamtverkehrsplanung
- [36] Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik: „A12 Inntalautobahn, Beurteilung der Luftschadstoffbelastung durch die A12 im Bereich Vomp – Teil I Emissionen, Teil II Immissionen; erstellt im Auftrag der Wirtschaftskammer Tirol; September 2003
- [37] Amt der Tiroler Landesregierung: Nasse Deposition in Tirol, Berichte 1996/97 bis 2001/02; Herausgeber: Institut für Chemische Technologien und Analytik der TU Wien
- [38] Amt der Tiroler Landesregierung: „Biotopkartierung Tirol“, erstellt vom Botanischen Institut der Universität Innsbruck; 1998

11. ANHANG

- Anhang 1: Messtellenbeschreibung vegetations- und forstrelevanter Messtellen in Österreich
- Anhang 2: Abbildung zur Flechtenkartierung im Bereich der Punkte der Waldzustandsinventur
- Anhang 3: Abbildung zur Flechtenkartierung – Veränderung des Flechtenzustandes
- Anhang 4: Plan des Beurteilungsraumes mit Waldflächen in 100 m und 200 m Zone
- Anhang 5: Karte mit den eingezeichneten Standorten (Wind Brixlegg, Radfeld etc.).